

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-009587

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl. H03H 9/64

H03H 9/145

(21)Application number : 2000- (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD
191562

(22)Date of filing : 26.06.2000 (72)Inventor : TAKAMINE YUICHI

(54) LONGITUDINALLY COUPLED RESONATOR TYPE SURFACE ACOUSTIC
WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a longitudinally coupled resonator type surface acoustic wave filter having narrow pitch electrode finger sections that can enhance a degree of adjustment freedom of the layout of 3 resonance modes so as to improve a degree of design freedom in the case of adjustment of characteristics such as a pass bandwidth, dispersion in an insertion loss in the pass band and a VSWR (voltage standing wave ratio).

SOLUTION: In the longitudinally coupled resonator type surface acoustic wave filter 1 that has the narrow pitch electrode finger sections N1-N4 where a pitch of part of electrode fingers from an end of adjacent IDTs is designed narrower than a pitch of electrode fingers of the remaining parts, the center distance of at least

a pair of adjacent electrode fingers differs from $0.25 \lambda_A + 0.25 \lambda_B$, where λ_A is a wavelength decided by the pitch of one electrode finger and λ_B is a wavelength decided by the pitch of the other electrode finger.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.04.2002

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3358615

[Date of registration] 11.10.2002

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not
reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is formed along the surface acoustic wave propagation direction on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It has the 1st which has two or more electrode fingers of a book, respectively - the 3rd IDT. Among said 1st [the] - the 3rd IDT at least one IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of these other parts in IDT from the edge by the side of adjacent IDT The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter carried out from $0.25\lambda_A + 0.25\lambda_B$ if it is ** when the pitch of the electrode finger with which a pair adjoins each other at least sets to λ_B wavelength to which the wavelength defined in the pitch of one electrode finger is set in the pitch of λ_A and the electrode finger of another side.

[Claim 2] It is arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. Among said 1st [the] - the 3rd IDT at least one IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of these other parts in IDT from the edge by the side of adjacent IDT When wavelength defined in the pitch of electrode finger parts other than the ** pitch electrode finger part of IDT which has $\lambda/2$ and this ** pitch electrode finger part in the wavelength defined in the electrode finger pitch of said ** pitch electrode finger part is set to $\lambda/1$, When said ** pitch electrode finger part is arranged at the both sides of this next door **** IDT spacing, if the

electrode finger pitch between IDT(s) which adjoin each other the account of a top is **, it is carried out from $0.5\lambda/2$. The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter carried out from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda/2$ if it is ** when said ** pitch electrode finger part is prepared only in the IDT(s) [one of] side.

[Claim 3] It is arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. Among said 1st [the] - the 3rd IDT at least one IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of these other parts in IDT from the edge by the side of adjacent IDT When wavelength defined in the pitch of electrode finger parts other than the ** pitch electrode finger part of IDT which has $\lambda/2$ and this ** pitch electrode finger part in the wavelength defined in the electrode finger pitch of said ** pitch electrode finger part is set to λ_1 , a ***** pitch electrode finger part, The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which it is carried out from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda/2$ if the electrode finger pitch in the part which adjoins each other in electrode finger parts other than said ** pitch electrode finger part is **.

[Claim 4] It is arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. Among said 1st [the] - the 3rd IDT at least one IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of these other parts in IDT from the edge by the side of adjacent IDT When wavelength defined in the pitch of electrode finger parts other than the ** pitch electrode finger part of IDT which has $\lambda/2$ and this ** pitch electrode finger part in the wavelength defined in the electrode finger pitch of

said ** pitch electrode finger part is set to λ_1 , When said ** pitch electrode finger part is arranged at the both sides of this core, if the electrode finger pitch between IDT(s) which adjoin each other the account of a top is **, it is carried out from $0.5\lambda_2$. When said ** pitch electrode finger part is prepared only in the IDT(s) [one of] side The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which it is carried out from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$ if the electrode finger pitch in the part which differ from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$, and adjoins each other in a ***** pitch electrode finger part and electrode finger parts other than said ** pitch electrode finger part is **.

[Claim 5] The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 1 to 4 characterized by the amount carried out if said adjacent electrode finger pitch is ** being less than [$0.25\lambda_1$].

[Claim 6] The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 1 to 5 with which electrode coverage with one electrode finger is relatively raised among said electrode fingers of a pair with which adjacent IDT adjoins each other, and spacing between the electrode fingers of said adjacent pair is narrowed by it.

[Claim 7] The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 1 to 6 with which metallizing of the field between the electrode fingers of the pair adjoined between said adjacent IDT(s) is carried out.

[Claim 8] It is arranged along the surface acoustic wave propagation direction on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. And it has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. The pitch of some electrode fingers from the edge by the side of IDT which at least one IDT adjoins among said 1st [the] - the 3rd IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which it has a narrow ** pitch electrode finger part relatively, and the amount of [which stands in a row in this ** pitch electrode finger part] electrode finger part has a large electrode finger pitch relatively The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which the part from which an electrode finger pitch differs further is prepared in said ** pitch electrode

finger part.

[Claim 9] The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 8 carried out from $0.25\lambda_A + 0.25\lambda_B$ if it is ** when the electrode finger pitch of a pair sets to λ_A and λ_B at least wavelength which adjoins each other between the parts from which the electrode finger pitch of said ** pitch electrode finger part differs, and which is defined in the pitch of each electrode finger.

[Claim 10] The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 1 to 9 said whose ** pitch electrode finger part is an electrode finger part of a chirp mold.

[Claim 11] The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 10 constituted so that an electrode finger pitch may become small at linearity as a chirp mold electrode finger part goes outside from the surface-wave propagation direction core of IDT.

[Claim 12] The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which two or more step subordination connection of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 1 to 11 is made.

[Claim 13] The transmitter constituted using the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter according to claim 1 to 12.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which two or more IDT(s) (INTADEJITARUTORANSUDEYUSA) are arranged in the surface acoustic wave propagation direction at the detail more about the surface acoustic wave filter used for the band pass filter of RF stage of a portable telephone etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a band pass filter of RF stage of a portable telephone, the surface acoustic wave filter is used widely. With the band bus filter, it is called for that they are low loss, the high magnitude of attenuation, and a broadband. Therefore, also in the surface acoustic wave filter, the attempt which fills these demands is made variously.

[0003] For example, the method of attaining broadband-ization of a vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter is indicated by JP,5-267990,A. The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 101 currently indicated by drawing 31 at this official report is shown. The electrode finger pitch (it abbreviates to IDT-IDT spacing hereafter) Z adjoined between adjacent IDT(s) shown in drawing 31 is made into about 0.25 times of wavelength λ_{bdal} defined in the pitch of an electrode finger. Drawing 27 and drawing 28 are drawings for explaining broadband-ization in this advanced technology, drawing 27 shows the frequency relation of the resonance mode to generate, and drawing 28 is drawing showing the active current distribution in each resonance mode in schematic drawing.

[0004] The resonance mode (resonance mode shown by the arrow head C) which has the peak of the intensity distribution of a surface acoustic wave is used for the IDT-IDT spacing section other than the zero-order mode (resonance

mode shown by the arrow head B) shown in drawing 27 and drawing 28 , and the secondary mode (resonance mode shown by the arrow head A), and a passband consists of approaches given in the above-mentioned advanced technology.

Therefore, although IDT-IDT spacing is set to 0.50λ in order to prevent the spurious radiation of a bulk wave, broadband-ization can usually be attained by being referred to as 0.25λ like the publication to the above-mentioned advanced technology.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Drawing 29 and drawing 30 are drawings showing change of resonance mode shown by above-mentioned arrow-head A-C at the time of changing the above-mentioned IDT-IDT spacing. In addition, the result of drawing 29 and drawing 30 is the result of shifting and checking impedance matching conditions intentionally. But it points out that the result of drawing 29 and drawing 30 is not what shows change of resonance mode relatively and shows the absolute location of exact resonance mode.

[0006] Drawing 29 shows change of a motion of each resonance mode on the basis of the zero-order mode at the time of changing IDT-IDT spacing, i.e., the frequency difference of the resonance frequency in each mode to the resonance frequency in zero-order mode, and drawing 30 shows change of the amplitude level of each resonance mode. changing IDT-IDT spacing so that clearly from drawing 29 and drawing 30 -- both the frequency of resonance mode, and amplitude level -- although -- it turns out that it changes.

[0007] In the advanced technology mentioned above, although IDT-IDT spacing is adjusted in order to extend pass band width, this is explained with reference to drawing 32 . Drawing 32 is the typical top view showing an example of the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[0008] Here, it is the 40 °-degree Y cut X propagation LiTaO₃. The surface acoustic wave filter 200 is constituted by forming each electrode which consists of aluminum on a substrate (not shown). This vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 200 has the structure which made two-step

subordination connection of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202. The surface acoustic wave filter section 201,202 is constituted similarly, and has the reflector 208,209 prepared in the both sides of a part in which the 1st arranged in the surface wave propagation direction - 3rd IDT 205-207, and IDT 205-207 are formed, respectively. This surface acoustic wave filter section 201,202 was designed by the following specification.

[0009] Electrode finger crossover width-of-face $W=43.4\lambda$ (however, wavelength of the surface wave as which λ is determined in the pitch of the electrode finger of IDT)

Duty in spacing $=0.50\lambda$ between the spacing D between IDT(s) which in number $=IDT205$ of the electrode finger in IDT, as for 25 and IDT206, 31 adjoin each other, and, as for IDT207, 25 of 100 electrode number = fingers of the wavelength λ reflector of the wavelength λ $=4.28$ -micrometer reflector of the wavelength λ $=4.17$ -micrometer reflector of IDT adjoin, $E=0.32\lambda$ IDT and reflector = it is duty $=0.55$ electrode-layer thickness $=0.08\lambda$ [0010] in 0.73 and a reflector. In addition, in this specification, all of IDT-IDT spacing, IDT-reflector spacing, and spacing between adjacent electrode fingers shall be expressed with an electrode finger pitch. Moreover, the above-mentioned duty shall express the ratio to the sum with the crosswise dimension of the tooth space between the electrode fingers which adjoin this crosswise dimension of the crosswise dimension which meets in the surface wave propagation direction of an electrode finger.

[0011] the design value which mentioned above the IDT-IDT spacing D and E in the surface acoustic wave filter 200 which showed drawing 33 and drawing 34 to drawing 32 -- 0.005λ -- change of the property at the time of making it small and making it broadband-ize is shown. When a continuous line makes IDT spacing D and E small, a broken line shows the property in the case of the above-mentioned specification.

[0012] Drawing 33 shows frequency characteristics and drawing 34 shows change of VSWR. By making IDT-IDT spacing small, about 1MHz of pass band width which is in the range of 4dB from through level spreads, and broadband-

ization is attained so that clearly from drawing 33 and drawing 34 . However, the surface smoothness of the insertion loss in a passband falls, and VSWR gets worse about 0.25 times.

[0013] on the other hand, the IDT-IDT spacing D and E -- the above-mentioned design condition -- 0.003λ -- change of the property at the time of enlarging, and raising the surface smoothness of the insertion loss in a passband, and making a VSWR property improve is shown in drawing 35 and drawing 36 . When a continuous line enlarges IDT spacing D and E, a broken line shows the property in the case of the above-mentioned specification.

[0014] Although the surface smoothness and VSWR of an insertion loss in a passband improve by making IDT-IDT spacing large so that clearly from drawing 35 and drawing 36 , about 1MHz of pass band width becomes narrow conversely. If it is going to acquire a desired property by adjusting IDT-IDT spacing, this will be because all the resonance modes change, as shown in drawing 29 and drawing 30 .

[0015] That is, since three resonance modes were not able to be operated according to an individual, the property of satisfying all of surface smoothness, VSWR, etc. of the insertion loss in pass band width and a passband was not acquired.

[0016] The purpose of this invention can adjust broadly the arrangement condition of three resonance modes which canceled and mentioned above the fault of the conventional technique mentioned above, and is to offer the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which can raise the degree of freedom of designs, such as the surface smoothness of the insertion loss in pass band width and a passband, and VSWR.

[0017] Other purposes of this invention are to offer the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which can reduce the surface smoothness of the insertion loss in a passband, and can improve a VSWR property, without narrowing pass band width.

[0018] The purpose of further others of this invention is to offer the vertical joint

resonator mold surface acoustic wave filter which can attain broadband-ization, without degrading the surface smoothness and the VSWR property of an insertion loss in a passband.

[0019]

[Means for Solving the Problem] According to the large aspect of affairs with this invention, it sets on a piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It is formed along the surface acoustic wave propagation direction, and has the 1st which has two or more electrode fingers of a book, respectively - the 3rd IDT. The pitch of some electrode fingers from the edge by the side of IDT which at least one IDT adjoins In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch electrode finger part made narrower than the pitch of the electrode finger of other parts When the pitch of the electrode finger with which a pair adjoins each other at least sets to λ_B wavelength to which the wavelength defined in the pitch of one electrode finger is set in the pitch of λ_A and the electrode finger of another side, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter carried out from $0.25\lambda_A + 0.25\lambda_B$ if it is ** is offered.

[0020] In addition, the electrode finger with which a pair adjoins each other at least in this case may be an electrode finger of the pair which adjoins each other not only in the electrode finger of the adjacent pair in the part which adjoins each other in the electrode finger with which the pair of the part which a ** pitch electrode finger part and the remaining electrode finger parts adjoin adjoins each other, or IDT(s) but in other parts.

[0021] According to other large aspects of affairs of this invention, it is arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. At least one IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of other parts from the edge by the

side of adjacent IDT When wavelength defined in the pitch of electrode finger parts other than the ** pitch electrode finger part of IDT which has λ_2 and this ** pitch electrode finger part in the wavelength defined in the electrode finger pitch of said ** pitch electrode finger part is set to λ_1 , When the ** pitch electrode finger part is arranged at the both sides of this next door **** IDT spacing, if the electrode finger pitch between IDT(s) which adjoin each other the account of a top is **, it is carried out from $0.5\lambda_2$. When the ** pitch electrode finger part is prepared only in the IDT(s) [one of] side, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter carried out from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$ if it is ** is offered.

[0022] According to other large aspects of affairs of this invention, it is further arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. At least one IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of other parts from the edge by the side of adjacent IDT When wavelength defined in the pitch of electrode finger parts other than the ** pitch electrode finger part of IDT which has λ_2 and this ** pitch electrode finger part in the wavelength defined in the electrode finger pitch of said ** pitch electrode finger part is set to λ_1 , a ***** pitch electrode finger part, The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which it is carried out if the electrode finger pitch in the part which adjoins each other in electrode finger parts other than a ** pitch electrode finger part is ** from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$ is offered.

[0023] According to another large aspect of affairs of this invention, it is arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. It has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. At least one IDT In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has at least one ** pitch

electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of other parts from the edge by the side of adjacent IDT. When wavelength defined in the pitch of electrode finger parts other than the λ_2 pitch electrode finger part of IDT which has λ_2 and this λ_2 pitch electrode finger part in the wavelength defined in the electrode finger pitch of said λ_2 pitch electrode finger part is set to λ_1 , When the λ_2 pitch electrode finger part is arranged at the both sides of this core, if the electrode finger pitch between IDT(s) which adjoin each other the amount of a top is λ_2 , it is carried out from $0.5\lambda_2$. When the λ_2 pitch electrode finger part is prepared only in the IDT(s) [one of] side It differs from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$. And a λ_2 pitch electrode finger part, The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which it is carried out if the electrode finger pitch in the part which adjoins each other in electrode finger parts other than a λ_2 pitch electrode finger part is λ_2 from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$ is offered.

[0024] In this invention, the amount made desirable if said adjacent electrode finger pitch is λ_2 is made into less than [$0.25\lambda_1$]. In this invention, electrode coverage with one electrode finger is relatively raised among the electrode fingers of a pair with which adjacent IDT adjoins each other preferably, and spacing between the electrode fingers which adjoin each other by it is narrowed.

[0025] On the specific aspect of affairs of this invention, metallizing of the field between the electrode fingers with which each other is adjoined between adjacent IDT(s) is carried out. According to still more nearly another large aspect of affairs of this invention, it is arranged along the surface acoustic wave propagation direction on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate. And it has the 1st in which each has two or more electrode fingers - the 3rd IDT. The pitch of some electrode fingers from the edge by the side of IDT which at least one IDT adjoins In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which it has a narrow λ_2 pitch electrode finger part relatively, and the amount of [which stands in a row in this λ_2 pitch electrode

finger part] electrode finger part has a large electrode finger pitch relatively The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter with which the part from which an electrode finger pitch differs further is prepared in said ** pitch electrode finger part is offered.

[0026] When the electrode finger pitch of a pair sets to λ_A and λ_B at least wavelength which adjoins each other preferably between the parts from which the electrode finger pitch of said ** pitch electrode finger part differs and which is defined in the pitch of each electrode finger, if it is **, it is carried out from $0.25\lambda_A + 0.25\lambda_B$.

[0027] Let the ** pitch electrode finger part be a chirp mold on the specific aspect of affairs of this invention. Preferably, the chirp mold electrode finger part is constituted so that an electrode finger pitch may become small at linearity, as it goes outside from the surface-wave propagation direction core of IDT.

[0028] According to another specific aspect of affairs of this invention, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which comes to make two or more step subordination connection of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of this invention is offered. On other specific aspects of affairs of this invention, the transmitter using the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning this invention is offered further.

[0029]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is clarified by explaining the concrete example of this invention, referring to a drawing.

[0030] Drawing 1 is a typical top view for explaining the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning the 1st example of this invention. In addition, although the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of this example and future examples is a band pass filter for EGSM reception, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning this invention is not limited to this, but is used as a band pass filter in various applications.

[0031] At this example, it is LiTaO_3 as a piezo-electric substrate of 40 **5-degreeY cut X propagation. The vertical joint resonator mold surface acoustic

wave filter 1 is constituted using the substrate 2. With the surface acoustic wave filter 1, two-step subordination connection of the surface acoustic wave filter sections 3 and 4 is made. The surface acoustic wave filter sections 3 and 4 are vertical joint resonator mold surface acoustic wave filters which have three IDT(s), and both are completely constituted similarly.

[0032] In the surface acoustic wave filter section 3, the 1st - 3rd IDT 5-7 are arranged along the surface wave propagation direction. Reflectors 8 and 9 are arranged at the surface wave propagation direction both sides of the field in which IDT 5-7 is formed.

[0033] Similarly, in the surface acoustic wave filter section 4, the 1st - 3rd IDT 10-12 are arranged, and reflectors 13 and 14 are arranged at the both sides of the field in which IDT 10-12 is formed.

[0034] The end of 2nd IDT6 of the center of the surface acoustic wave filter section 3 is connected to the input terminal 15. Moreover, the end of 1st and 3rd IDT 5 and 7 of the surface acoustic wave filter section 3 is electrically connected to the end of 1st and 3rd IDT 10 and 12 of the 2nd surface acoustic wave filter section 4. The end of 2nd IDT11 of the surface acoustic wave filter section 4 is electrically connected to the output terminal 16. Each edge of the opposite side is connected with the edge electrically connected to IDT 5-7, the input terminal 15 of 10-12, an output terminal 16, or other IDT(s) at ground potential.

[0035] In the surface acoustic wave filter section 3, as for IDT 5-7, an electrode finger pitch has a narrow ** pitch electrode finger part relatively, respectively. That is, in the part which IDT 5 and 6 adjoins, the electrode fingers 5a and 6a of IDT 5 and 6 adjoin each other. Two or more electrode fingers constitute the ** pitch electrode finger part N1 with a narrow electrode finger pitch from an edge by the side of IDT6 of IDT5 containing electrode finger 5a compared with the remaining electrode finger of IDT5. That is, in IDT5, the electrode finger pitch of the ** pitch electrode finger part N1 is made narrower than the electrode finger pitch of the remaining electrode finger parts.

[0036] Similarly, also in IDT6, two or more electrode fingers containing electrode

finger 6a of the edge by the side of IDT5 constitute the ** pitch electrode finger part N2. On the other hand, in the part which IDT 6 and 7 adjoins, electrode finger 6b of IDT6 and electrode finger 7a of IDT7 adjoin each other. And the ** pitch electrode finger part N3 is constituted by two or more electrode fingers containing electrode finger 6b of the IDT7 side-edge section of IDT6. Therefore, in IDT6, the ** pitch electrode finger parts N2 and N3 are constituted by the surface-wave propagation direction both sides, and the electrode finger pitch of the ** pitch electrode finger parts N2 and N3 is narrowed compared with the central electrode finger part. In addition, the electrode finger pitch of the ** pitch electrode finger part N2 and the ** pitch electrode finger part N3 is made equal.

[0037] The ** pitch electrode finger part N4 consists of IDT(s)7. The ** pitch electrode finger part N4 has the edge by the side of IDT6 of IDT7, i.e., two or more electrode fingers containing electrode finger 7a. In IDT7, the electrode finger pitch is narrowed for the ** pitch electrode finger part N4 rather than the electrode finger pitch of the remaining electrode finger parts.

[0038] Similarly, also in IDT 10-12, the same ** pitch electrode finger parts N1, N2, N3, and N4 as IDT 5-7 are constituted. In addition, in drawing 1, in order to make drawing brief, as for the number of an electrode finger, the twist is also actually shown few.

[0039] First, although it is not the example of this invention, the fundamental example of a design of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 1 (it abbreviates to the example of reference hereafter.) is explained. Wavelength to which the wavelength defined in the electrode finger pitch of the ***** pitch electrode finger parts N1-N4 is set in the electrode finger pitch of $\lambda/2$ and other electrode finger parts is set to $\lambda/1$.

[0040] The number of the electrode finger in IDT 5-7 and electrode finger crossover width-of-face $W=35.8\lambda/1$ IDT 5, 7, 10, and 12 in 10-12 = In each IDT The number of the electrode finger of a ** pitch electrode finger part is four, and 25 numbers of the electrode finger of the ** pitch electrode finger parts N2 and N3 of the number = both sides of the electrode finger of IDT 6 and 11 of the

number of the electrode finger of the remaining electrode finger parts are four, respectively. The number of an electrode finger [in / in the number of the electrode finger of the electrode finger part which is not a central ** pitch / wavelength $\lambda_R=4.29\mu\text{m}$ of the $2=3.90\mu\text{m}$ reflectors 8, 9, 13, and 14 of $27\lambda_1=4.19\mu\text{m}$ and a reflector] = it is 100 [0041]. Electrode finger pitch $=0.25\lambda_1+0.25\lambda_2$ between the electrode fingers of the adjacent pair of a ** pitch electrode finger part and the remaining electrode finger parts. In addition, the pitch of the electrode finger of a pair with which a ** pitch electrode finger part and the remaining electrode finger parts adjoin each other is a part shown in drawing 1 by arrow heads X1, X2, X3, and X4. For example, it is the electrode finger pitch of the adjacent pair in the part which the ** pitch electrode finger part N1 of IDT5 and the remaining electrode finger parts adjoin.

[0042] Adjacent IDT-IDT spacing $=0.50\lambda_2$. That is, the ** pitch electrode finger part is constituted from this example by the both sides of the part which IDT(s) adjoin, and the electrode finger pitch adjoined between IDT-IDT shown by the arrow heads X5 and X6 of drawing 1 is set to $0.50\lambda_2$.

[0043] Spacing $=0.50\lambda_{\text{IDT}}$ 5-7 of IDT and a reflector, duty in 10-12 = duty $=0.55$ electrode-layer thickness $=0.08\lambda_1$ [0044] in 0.73 and a reflector Let the electrode finger period alignment distance X5 and X6 which IDT-IDT spacing adjoins, and electrode finger period alignment distance X1-X4 of the part to which the electrode finger with which pitches differ adjoins a list be the values which added 0.25 times of the wavelength defined in the electrode finger pitch of the electrode finger part in which the electrode finger of an adjacent pair is contained, respectively in this example. This is for maintaining the continuity of the propagation path of a surface acoustic wave, and making loss by radiation of a bulk wave small.

[0045] Compared with the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter, it is low loss and a large passband can consist of vertical joint resonator mold surface acoustic wave filters of this example of reference

using three resonance modes mentioned above.

[0046] This example is set in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of such an example of reference. 0.25 times of the wavelength defined in two or more electrode fingers pitch arranged in the direction which keeps away from the core of an adjacent electrode finger that the above-mentioned pitches X1-X6 contain one electrode finger of the electrode finger of an adjacent pair, It is in being shifted from the 0.25 times as much sum as the wavelength defined in the pitch of two or more electrode fingers arranged in the direction which keeps away from the core of the adjacent electrode finger containing the electrode finger of another side of the electrode finger of an adjacent pair. This is explained more concretely.

[0047] By making the above-mentioned example of reference into a design development, and adjusting pitches X1-X6 explains that dispersion and VSWR of an insertion loss in a passband are improved.

[0048] In this example, electrode finger crossover width of face is set to $43.0\lambda_{d1}$. Moreover, pitch X1-6 are carried out as follows.

It is for planning impedance matching that electrode finger crossover width of face is changed [which are λ_{d1} pitch X1,

$X4=0.25\lambda_{d1}+0.25\lambda_{d2}+0.015\lambda_{d1}$ pitch X5, and

$X6=0.50\lambda_{d2}-0.0201$ pitch X2 and

$X3=0.25\lambda_{d1}+0.25\lambda_{d2}+0.010\lambda_{d1}$] as mentioned above.

[0049] The frequency characteristics of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of this example and the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the above-mentioned example of reference are shown in drawing 2 , and a VSWR property is shown in drawing 3 . In drawing 2 and drawing 3 , a continuous line shows the result of the 1st example and a broken line shows the result of the above-mentioned example of reference. In addition, in drawing 2 , the frequency characteristics expanded on the scale on the right-hand side of an axis of ordinate are also shown collectively.

[0050] According to this example, it compares with the above-mentioned

example of reference, and it turns out that dispersion in the insertion loss in a passband becomes small, and that about 0.3 ****s of VSWR are carried out so that clearly from drawing 2 and drawing 3 . And it turns out that through level has hardly changed with the example of reference about the pass band width of the magnitude of attenuation to 4dB.

[0051] According to this example, namely, the electrode finger pitches X1-X4 of an adjacent pair with the electrode finger part of a different pitch from a ** pitch electrode finger part and a ** pitch electrode finger part By making it larger than the 0.25 times as much sum as the wavelength defined in each electrode finger pitch of the electrode finger of the pair which makes it larger than the case of the above-mentioned example of reference, namely, adjoins each other By making smaller than the case of the above-mentioned design development the electrode finger pitches X5 and X6 of the pair which adjoins the list between IDT-IDT shows that dispersion of the insertion loss in a passband and improvement in VSWR can be aimed at. That is, dispersion of the insertion loss in a passband and the improvement of VSWR can be aimed at, without narrowing a passband.

[0052] The above-mentioned effectiveness is explained with reference to drawing 4 - drawing 10 . Drawing 4 is equivalent to the structure in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 1 shown in drawing 1 from which while took out only the surface acoustic wave filter section 3.

[0053] The end of IDT 5 and 7 is connected to the output terminal 17 in vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 3A shown in drawing 4 . In this surface acoustic wave filter section 3A, change of resonance mode A-C (drawing 27 , resonance mode A-C shown in 28) at the time of changing variously the electrode finger pitches X1-X6 as well as drawing 1 is shown in drawing 5 - drawing 10 .

[0054] Here, the distance changed to the design condition in the example of reference mentioned above shall be said in a changed part of an electrode finger pitch. In drawing 5 - drawing 10 , an impedance 50ohm thing is set to 5 ohms, like the case where it is shown in drawing 29 and drawing 3030 , since it is the

result of removing and checking a match condition, drawing 5 - drawing 10 do not show a relative position, and it points out that it is not the thing of exact resonance mode which shows a location absolutely.

[0055] When drawing 5 and drawing 6 change the pitches X1 and X4 in drawing 4, drawing 7 and drawing 8 change pitches X5 and X6 (namely, IDT-IDT spacing) and drawing 9 and drawing 10 change pitches X2 and X3, change of resonance mode A-C is shown, respectively.

[0056] It turns out that the situations of change of three kinds of resonance mode A-C to change of each electrode finger pitch differ for every pitch so that clearly from drawing 5 - drawing 10. Furthermore, in the above-mentioned example of reference, change of the frequency characteristics at the time of changing a pitch $\Delta 0.02\lambda$ is shown in drawing 11 - drawing 13 so that the difference in the property change by change of each pitch may be known.

[0057] Drawing 11 shows a result when in the pitches X1 and X4 in drawing 4 drawing 12 changes pitches X5 and X6 and drawing 13 changes pitches X2 and X3. By adjusting each pitch shows that the change in a passband differs greatly so that clearly from drawing 11 - drawing 13. That is, more, pitches X1-X6 and since pitches X1 and X4, pitches X5 and X6, and pitches X2 and X3 become a pair, respectively, by adjusting three kinds of pitches, respectively shows that the degree of freedom which adjusts the frequency and level of resonance mode is sharply raised compared with the conventional example at accuracy.

[0058] In this example, it is larger than the design development which mentioned above pitches X1-X4 as mentioned above, and without changing pass band width by making pitches X5 and X6 smaller than a design development, arrangement of three resonance mode A-C is adjusted so that the deflection and VSWR of an insertion loss in a passband may be improved.

[0059] Next, by adjusting three sorts of pitches mentioned above as a modification of the 1st example shows the example which extends a passband. In this modification, the design of an electrode is changed as follows to the design development mentioned above.

[0060] λ_1 wavelength $\lambda_R = 4.30$ -micrometer pitch [of the wavelength $\lambda_1 = 4.20$ micrometer reflector of electrode finger crossover width-of-face $W = 46.4\lambda_1$ IDT] X_1 , $X_4 = 0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2 - 0.010\lambda_1$ pitch X_5 , and $X_6 = 0.50\lambda_2 - 0.0201$ pitch X_2 , It is for planning impedance matching to have changed [which is $X_3 = 0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2 + 0.015\lambda_1$] the electrode finger crossover width of face W , and the wavelength of IDT and the wavelength of a reflector are only changed in order to correct a gap of center frequency.

[0061] The frequency characteristics and the VSWR property of this modification are shown in drawing 14 and drawing 15 . The continuous line of drawing 14 and drawing 15 shows the result of the example of reference for which the broken line mentioned the result of this modification above.

[0062] Through level shows that about 1MHz of pass band width of the 4dB magnitude of attenuation is large to the case of the example of reference so that clearly from drawing 14 and drawing 15 . In this case, although the wave has arisen a little in the passband, remarkable aggravation is not seen to the example of reference, but VSWR is almost equivalent.

[0063] As mentioned above, in the part which the part and IDT(s) which a ** pitch electrode finger part and the remaining electrode finger parts adjoin adjoin, there is a problem that the continuity of whenever [propagation / of a surface acoustic wave] is spoiled in changing from the value which added 0.25 times of the wavelength to which the pitch of two adjacent electrode fingers is set in the pitch of each electrode finger. Change of the propagation loss at the time of changing the pitches X_5 and X_6 in drawing 1 to drawing 16 is shown. An axis of abscissa is a changed part of the IDT-IDT spacing X_5 and X_6 , i.e., pitches, and the point of 0 is $0.5\lambda_2$. An axis of ordinate is the value which removed loss by the impedance mismatch from the insertion loss.

[0064] By changing pitches X_5 and X_6 , i.e., IDT-IDT spacing, from 0 shows that a propagation loss deteriorates so that clearly from drawing 16 . the above-mentioned pitches X_5 and X_6 -- a design development -- $0.25\lambda_1$ -- since a

gap of periodicity becomes being the same as that of the conventional example by enlarging, it is thought that a propagation loss deteriorates to a propagation loss equivalent to the conventional example.

[0065] Degradation of this propagation loss is also almost the same as when changing other pitches X1-X4 in drawing 1 . Therefore, the upper limit of the amount of adjustments of the above-mentioned pitches X1-X6 is understood that it is desirable to carry out to below value $+0.25\lambda_{\text{dal}}$ (wavelength defined in the electrode finger pitch of the electrode finger part whose λ_{dal} is not a ** pitch electrode finger part) of the design development which added 0.25 times of the wavelength defined in each pitch of two adjacent electrode fingers. In addition, in the filter for EGSM reception shown in the 1st example, the amount of adjustments is abbreviation $0.25\lambda_{\text{dal}}$. Moreover, what is necessary is just to consider as the range which can be realized in an etching process or a lift-off process about the minimum of the amount of adjustments.

[0066] As mentioned above, with the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 1st example and the above-mentioned modification, it turns out that the degree of freedom of designs, such as dispersion of the insertion loss in pass band width and a passband and VSWR, is sharply raised compared with the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[0067] Moreover, by adjusting three kinds of electrode finger pitches also shows that arrangement of three resonance modes is adjusted and the steepness of the filter shape in passband ***** can be raised like the 1st example.

[0068] In addition, at the above-mentioned example, it is LiTaO₃ of 40 **5-degreeY cut X propagation. It is not limited especially about the piezoelectric material which constitutes a piezo-electric substrate in this invention although the substrate was used, but is the 64-72 degreeY cut X propagation LiNbO₃. A substrate and 41 degreeY cut X propagation LiNbO₃ A substrate etc. may be used.

[0069] moreover, the structure which was subordinate two steps in the above-

mentioned example in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section of 3IDT molds which has the 1st - the 3rd IDT, and one step, although explained per [3IDT(s) type length joint resonator mold surface acoustic wave filter section 3A] This invention is applicable also to the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 18 of 5IDT molds which have five IDT(s) as shown in drawing 17 (a), and the many electrode type length joint resonator mold surface acoustic wave filter which has IDT beyond it. Furthermore, as shown in drawing 17 (b), you may be the structure which connected the surface acoustic wave resonator 19 to vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 3A at the serial.

[0070] Moreover, as shown in drawing 18 , it is IDT11A of the center of 2nd vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 4A, while may go away, a gear-tooth electrode may be divided into two, and you may connect with output terminals 20 and 21, respectively. Like this example, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has balanced - unbalance conversion function may be constituted.

[0071] Furthermore, as shown in drawing 18 , on the occasion of two-step subordination connection, 1st vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 3B and 2nd vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 4A may be changed in electrode finger crossover width of face. Moreover, design conditions other than electrode finger crossover width of face may be changed in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section of each stage.

[0072] Furthermore, each electrode finger with which each other is adjoined between adjacent IDT(s) in the 1st example is good in one electrode finger also considering a ground electrode and the electrode finger of another side as a signal electrode like surface acoustic wave filter section 3B of drawing 18 , although it connected with ground potential.

[0073] In the 1st example, arrangement of three resonance modes was adjusted by adjusting three kinds of electrode finger pitches X1 and X4, i.e., electrode

finger pitches, the electrode finger pitches X5 and X6, and the electrode finger pitches X2 and X3. However, if it changes from the value which added 0.25 times of the wavelength to which the two electrode fingers pitch in the adjacent part of a ** pitch electrode finger part and other electrode finger parts or the two electrode fingers pitch which the part which IDT-IDT adjoins adjoins is set in the pitch of both electrode fingers as mentioned above, as mentioned above, the continuity of a surface acoustic wave will be spoiled. In extent changed in the 1st example, although there is no big effect, loss may become large sharply by enlarging the above-mentioned electrode finger pitch.

[0074] In the 2nd example, in order to solve such a problem, as shown in drawing 19, when the electrode finger pitches X5 and X6 are extended between IDT5 and 6 and between IDT6 and 7, between IDT10 and 11, and between IDT11 and 12, one side of an adjacent electrode finger is made thick. For example, one electrode finger 6a is made thick among the electrode fingers 5a and 6a with which IDT 5 and 6 adjoins each other. The gap Y1 between electrode finger 5a and 6a is made equivalent to the gap between the electrode fingers in the ** pitch electrode finger part of the perimeter by it. Thus, although the insertion loss in a passband etc. will get worse if the part which was able to be extended is made into a free condition when it extends compared with the example of reference which mentioned spacing between IDT-IDT above, aggravation of an insertion loss can be reduced by making one side of an adjacent electrode finger thick like the 2nd example, and making the gap between electrode fingers almost the same as that of the gap between electrode fingers in the perimeter. Drawing 20 is the typical top view showing the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning the modification of the 2nd example. Although one side of an adjacent electrode finger was made thick in the 2nd example, metallizing of the IDT-IDT spacing is completely carried out in the modification shown in drawing 20. That is, metallizing of the adjacent IDT-IDT spacing is carried out completely. Also in this case, like the 2nd example, even if it extends spacing between IDT-IDT compared with the example of reference, aggravation of the

insertion loss in a passband can be controlled. This is explained based on the concrete example of an experiment.

[0075] The following table 1 shows the value of the propagation loss in the 1st example, and the propagation loss in the modification shown in drawing 20 , when the electrode finger pitches X5 and X6 in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 1 in drawing 1 are extended only for $0.5\lambda/2$ to 0.2λ 1 minute. Here, a propagation loss is the value which removed loss by the impedance mismatch from the insertion loss. By reference, the propagation loss at the time of setting IDT-IDT spacing X5 and X6, i.e., electrode finger pitches, to $0.5\lambda/2$ (namely, example of reference mentioned above) is also shown collectively.

[0076]

[Table 1]

		伝搬損失 (dB)
第1の実施例	IDT-IDT間隔フリー	1.75
図20の変形例	IDT-IDT間隔メタライズ	1.50
参考例	IDT-IDT間隔 $0.50\lambda/2$	1.50

[0077] According to the modification shown in drawing 20 , it turns out that it returns to the same value as the case where a propagation loss is set to the electrode finger pitch X5 which is IDT-IDT spacing, and $X6=0.5\lambda/2$ so that clearly from Table 1.

[0078] That is, in case IDT-IDT spacing is extended and the location of resonance mode is adjusted, aggravation of an insertion loss can be prevented by carrying out metallizing of the field between IDT-IDT.

[0079] In the 1st example, although the upper limit of the amount of adjustments of the electrode finger pitches X5 and X6, i.e., IDT-IDT spacing, was set to distance $+0.25\lambda$ which added 0.25 times of the pitch of two adjacent electrode fingers, if the configuration of the 2nd example is used, it turns out further that the amount of adjustments can be enlarged.

[0080] Moreover, when IDT-IDT spacing is extended, by making comparable as

the gap between electrode fingers in the perimeter the gap between the electrode fingers which make one side of an adjacent electrode finger thick (the 2nd example), and adjoin each other shows that equivalent effectiveness is acquired.

[0081] Drawing 21 is a typical top view for explaining the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 3rd example. With the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 31 of the 3rd example, the electrode finger pitch in a ** pitch electrode finger part is made into two kinds. About other points, it is the same as that of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 1st example. Therefore, suppose that explanation of the 1st example is used about the same part by ***** which attaches the same reference number.

[0082] Two-step subordination connection is made like the case where the surface acoustic wave filter sections 33 and 34 are the 1st example. In the surface acoustic wave filter section 33, IDT 35-37 is arranged in the surface wave propagation direction. Here, IDT 35-37 has a ** pitch electrode finger part like IDT 5-7. But in IDT33, the ** pitch electrode finger part N1 has electrode finger part N1A from which an electrode finger pitch differs, and N1B. That is, it is carried out if an electrode finger pitch is ** in electrode finger part N1B which consists of edges near the IDT36 side of IDT35 with two electrode fingers, and electrode finger part N1A following it. Similarly, also in the ** pitch electrode finger parts N2 and N3 of IDT6, electrode finger part N2A from which an electrode finger pitch differs, N2B, N3A, and N3B are constituted. Furthermore, in IDT37, the ** pitch electrode finger part N4 has similarly electrode finger part N4A from which an electrode finger pitch differs, and N4B.

[0083] It is similarly constituted by the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 34. In this case, make into Group B electrode finger part N1B of the side near each edge at which IDT(s) adjoin each other in IDT, N2B, N3B, and N4B, and let electrode finger part N1A of the ** pitch electrode finger part of a side far from the part which IDT adjoins, N2A, N3A, and N4A be

Groups A. All Group's A electrode finger pitches are the same, and all Group's B electrode finger pitches are made the same.

[0084] In order to raise the continuity of the propagation path of a surface acoustic wave, Group's A electrode finger pitch is made larger than Group's B electrode finger pitch. Therefore, in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 33, the part which the electrode finger of a pair with which the electrode finger part from which an electrode finger pitch differs adjoins adjoins also not only in the part which the pitches X1-X6 in the 1st example are separated, and the electrode finger of a pair adjoins but in each ** pitch electrode finger part arises as a part which the electrode finger parts from which an electrode finger pitch differs adjoin. That is, the part of a pitch shown by the arrow heads X7-X10 of drawing 21 exists. In this example, the above-mentioned pitches X1-X10 are made into the distance which added 0.25 times of the wavelength defined in the pitch of the electrode finger of an adjacent pair, respectively. The other detail designs are as follows. In addition, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 34 is designed completely like the vertical joint resonator mold surface acoustic wave section 33.

[0085] electrode finger crossover width-of-face = -- the wavelength λ_3 of the wavelength $\lambda_3 = 3.87$ -micrometer reflector of the electrode finger in the wavelength $\lambda_2 = 3.92$ -micrometer group B of the electrode finger in the wavelength $\lambda_1 = 4.20$ -micrometer group A of IDT in electrode finger parts other than a $40.5\lambda_1$ ** pitch electrode finger part -- $R = 4.30$ micrometers

[0086] The 3rd frequency characteristics and VSWR of a vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of an example are shown in drawing 22 and drawing 23 . A broken line shows the property in the example of reference described before the 1st example for the comparison.

[0087] Since VSWR improves about 0.25 times and the minimum insertion loss is large further compared with the example of reference mentioned above, according to the 3rd example, dispersion in the insertion loss in a passband is small so that clearly from drawing 22 and drawing 23 .

[0088] In this case, the pass band width of the magnitude of attenuation from through level to 4dB is the same as that of the example of reference almost. That is, by adjusting so that it may have the electrode finger part which is two from which a pitch differs a ** pitch electrode finger part further like the 3rd example, arrangement of three resonance mode A-C can be adjusted like the 1st example, and a property can be improved. In addition, although the electrode finger part which is two from which an electrode finger pitch differs has been arranged in a ** pitch electrode finger part in the 3rd example, the electrode finger part from which three or more pitches differ may be arranged.

[0089] Furthermore, since the arrangement of three resonance modes mentioned above by adjusting the pitches X1-X10 shown in drawing 21 can be adjusted, in the 3rd example, it turns out that the degree of freedom of adjustment of arrangement of three more resonance modes can be raised compared with the 1st example.

[0090] Drawing 24 is a typical top view for explaining the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning the 4th example. With the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 41 of the 4th example, two-step subordination connection of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 43 and 44 is made like the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 3 and 4 of the 1st example. Let some electrode finger parts be the chirp mold electrode finger parts M1 from the edge by the side of IDT46 of IDT45 in the part which IDT 45 and 46 adjoins in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 43. It is changing to linearity so that it may become large, as the pitch of four electrode fingers which contain this electrode finger from the electrode finger of the IDT46 side-edge section of IDT45 more specifically keeps away from this edge. That is, it replaces with the ** pitch electrode finger part of the 1st example, and the above-mentioned chirp mold electrode finger part M1 is constituted. Similarly, in the part which IDT(s) adjoin also in IDT 46 and 47, it replaces with a ** pitch electrode finger part, and the chirp mold electrode finger parts M2-M4 are constituted.

[0091] He is trying for an electrode finger pitch to become small by the chirp mold electrode finger part M1 as mentioned above, in order to raise the continuity of the propagation path of a surface acoustic wave as it goes to the IDT46 side-edge section from the center of IDT45. In addition, it is constituted by the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 44 as well as the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 43.

[0092] The same effectiveness as the 1st example is acquired also by replacing with a ** pitch electrode finger part, and constituting a chirp mold electrode finger part like this example. That is, the arrangement of three resonance modes mentioned above like the 1st example can be adjusted by adjusting the value and difference of the maximum pitch and minimum pitch of a chirp mold electrode finger part.

[0093] Drawing 25 and drawing 26 are each outline block diagram for explaining the transmitter using the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning this invention. Duplexer 62 is connected to the antenna 61 in drawing 25 . The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 64 and amplifier 65 which were constituted between duplexer 62 and the receiving-side mixer 63 according to this invention are connected. Moreover, between duplexer 62 and the mixer 66 of a transmitting side, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 68 constituted according to amplifier 67 and this invention is connected. When such amplifier 65 supports the balanced signal, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter constituted according to this invention can be suitably used as the above-mentioned surface acoustic wave filter 64.

[0094] Moreover, as shown in drawing 26 , also when amplifier 65A used in the receiving side is unbalance signal correspondence, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter constituted according to this invention can be suitably used as a surface acoustic wave filter 64.

[0095] In such a transmitter, the improvement in the surface smoothness of the insertion loss in broadband-izing and a passband, the improvement of VSWR,

etc. can be aimed at by using the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter constituted according to this invention.

[0096]

[Effect of the Invention] With the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning this invention In the configuration which has the ** pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the electrode finger of the remaining part from the edge by the side of adjacent IDT in at least one IDT Since the above-mentioned pitches differ from $0.25\lambda_A + 0.25\lambda_B$ when the pitch of the electrode finger with which a pair adjoins each other at least sets to λ_B wavelength to which the wavelength defined with one electrode finger is set in the pitch of λ_A and the electrode finger of another side The arrangement condition of three resonance modes mentioned above by adjusting this pitch can be adjusted, and the improvement in the surface smoothness of the insertion loss in broadband-izing and a passband, the improvement of VSWR, etc. can be aimed at by it.

[0097] Moreover, when wavelength defined in the pitch of electrode finger parts other than the ** pitch electrode finger part of IDT which has λ_2 and a ** pitch electrode finger part in the wavelength defined in the electrode finger pitch of a ** pitch electrode finger part is set to λ_1 When the ** pitch electrode finger part is arranged at the both sides of this core, the pitch between the electrode fingers between adjacent IDT(s) When it is carried out from $0.5\lambda_2$ if it is **, and the ** pitch electrode finger part is prepared only in the IDT(s) [one of] side By making it differ from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$, the arrangement of three resonance modes mentioned above can be adjusted sharply similarly, and the improvement in the surface smoothness of broadband-izing and passband interpolation close loss and the improvement of VSWR can be aimed at.

[0098] Moreover, if the electrode finger pitch in the part which adjoins each other in a ** pitch electrode finger part and electrode finger parts other than a ** pitch

electrode finger part is **, when it is carried out from $0.25\lambda_1 + 0.25\lambda_2$, the arrangement condition of three resonance modes mentioned above can be adjusted too, and the improvement in the surface smoothness of the insertion loss in broadband-izing and a passband and the improvement of VSWR can be aimed at by it.

[0099] Moreover, in this invention, when it changes an adjacent electrode finger pitch as mentioned above, as for the amount of adjustments, carrying out to below 0.25λ is desirable, and degradation of a propagation loss can be controlled by it.

[0100] Moreover, in this invention, electrode coverage with one electrode finger is raised among the electrode fingers of a pair with which adjacent IDT adjoins each other, when spacing between the electrode fingers which adjoin each other by it is narrowed, the continuity of the propagation path of the surface wave between IDT(s) can be raised, and aggravation of the insertion loss in a passband can be controlled.

[0101] When metallizing of the field between the electrode fingers with which similarly each other is adjoined between adjacent IDT(s) is carried out, the continuity of the propagation path of a surface wave is raised, and aggravation of an insertion loss can be controlled.

[0102] In this invention, when the part from which an electrode finger pitch differs further is prepared in the ** pitch electrode finger part, by adjusting an electrode finger pitch in the part which the part from which an electrode finger pitch differs in a ** pitch electrode finger part adjoins, the arrangement condition of three resonance modes mentioned above can be adjusted, and the improvement of the surface smoothness of the insertion loss in broadband-izing and a passband and the improvement of VSWR can be aimed at.

[0103] When the part from which an electrode finger pitch differs is especially prepared in the ** pitch electrode finger part, The pitch between the electrode fingers of the pair which adjoins each other in the electrode finger part from which an electrode finger pitch differs When referred to as wavelength λ_A

defined in the pitch of two or more electrode fingers containing each electrode finger, and λ_B If the electrode finger pitch of a pair is ** from $0.25\lambda_A + 0.25\lambda_B$ at least, when being carried out, the arrangement condition of three resonance modes can be adjusted sharply, and the improvement of the surface smoothness of the insertion loss in broadband-izing and a passband, the improvement of VSWR, etc. can be aimed at.

[0104] When the ** pitch electrode finger consists of electrode finger parts of a chirp mold, the arrangement condition of three resonance modes mentioned above can be sharply adjusted by adjusting the value and difference of the maximum pitch and a minimum pitch in a chirp mold electrode finger part.

[0105] Especially, when it is constituted so that an electrode finger pitch may become small at linearity as it goes outside from the surface-wave propagation direction core of IDT in a chirp mold electrode finger part, the continuity of a surface wave propagation way is raised and aggravation of an insertion loss can be prevented.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The typical top view for explaining the vertical joint resonator mold surface acoustic wave of the 1st example.

[Drawing 2] Drawing showing the frequency characteristics of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 1st example and the example of reference.

[Drawing 3] Drawing showing VSWR of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 1st example and the example of reference.

[Drawing 4] The typical top view for explaining the principle of the 1st example.

[Drawing 5] Drawing showing change of the frequency physical relationship of three resonance modes at the time of changing pitches X1 and X4 in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 6] Drawing for explaining change of the amplitude level of three resonance modes at the time of changing pitches X1 and X4 in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 7] Drawing showing change of the frequency physical relationship of three resonance modes at the time of changing pitches X5 and X6 in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 8] Drawing for explaining change of the amplitude level of three resonance modes at the time of changing pitches X5 and X6 in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 9] Drawing showing change of the frequency physical relationship of three resonance modes at the time of changing pitches X2 and X3 in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 10] Drawing for explaining change of the amplitude level of three resonance modes at the time of changing pitches X2 and X3 in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 11] Drawing showing change of the frequency characteristics at the time of changing pitches X1 and X4 from a design development in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 12] Drawing showing change of the frequency characteristics at the time of changing pitches X5 and X6 from a design development in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 13] Drawing showing change of the frequency characteristics at the time of changing pitches X2 and X3 from a design development in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter shown in drawing 4 .

[Drawing 14] Drawing showing the frequency characteristics of the modification of the 1st example.

[Drawing 15] Drawing showing VSWR of the modification of the 1st example.

[Drawing 16] Drawing showing the propagation loss of the surface wave at the time of changing spacing between IDT-IDT.

[Drawing 17] (a) And (b) is each typical top view showing the modification of the 1st example.

[Drawing 18] The typical top view showing other modifications of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 1st example.

[Drawing 19] The typical top view showing the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning the 2nd example.

[Drawing 20] The typical top view for explaining the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning the modification of the 2nd example.

[Drawing 21] The typical top view for explaining the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning the 3rd example.

[Drawing 22] Drawing showing the frequency characteristics of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 3rd example.

[Drawing 23] Drawing showing VSWR of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of the 3rd example and the example of reference.

[Drawing 24] The typical top view of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter concerning the 4th example of this invention.

[Drawing 25] The outline block diagram showing an example of the transmitter constituted using the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of this invention.

[Drawing 26] The outline block diagram showing other examples of the transmitter constituted using the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of this invention.

[Drawing 27] Drawing showing the frequency relation of three resonance modes in a vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 28] Drawing showing the active current distribution of three resonance modes shown in drawing 27 .

[Drawing 29] Drawing showing the frequency physical relationship of IDT-IDT spacing and resonance mode in the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 30] Drawing showing the relation of the IDT-IDT spacing and the amplitude level of three resonance modes in the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 31] The typical top view showing an example of the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 32] The typical top view showing other examples of the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 33] Drawing for explaining change of the frequency characteristics at the time of changing IDT-IDT spacing in the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 34] Drawing for explaining change of VSWR at the time of changing IDT-IDT spacing in the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 35] Drawing showing change of the frequency characteristics at the time of changing IDT-IDT spacing in the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Drawing 36] Drawing showing change of VSWR at the time of changing IDT-IDT spacing in the conventional vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[Description of Notations]

1 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter
2 -- Piezo-electric substrate
3 4 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section
3A, 3B, 4A -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section
5-7 -- IDT
5a, 6a, 6b, 7a -- ** pitch electrode finger
8 9 -- Reflector
10-12 -- IDT
11 A--IDT
13 14 -- Reflector
15 -- Input terminal
16 -- Output terminal
17 -- Output terminal
18 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter
19 -- Surface acoustic wave resonator
20 21 -- Output terminal
31 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter
33 34 -- Surface acoustic wave filter section
35-37 -- IDT
41 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter
43 44 -- Surface acoustic wave filter section
45-47 -- IDT
61 -- Antenna
62 -- Duplexer
63 66 -- Mixer
64 -- Surface acoustic wave filter
65 -- Amplifier
67 -- Surface acoustic wave filter
68 -- Amplifier
N1-N4 -- ** pitch electrode finger part

X1-X10 -- Pitch

M1-M4 -- Chirp mold electrode finger part

N1A, N1B-N4A, N4B -- Electrode finger part

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

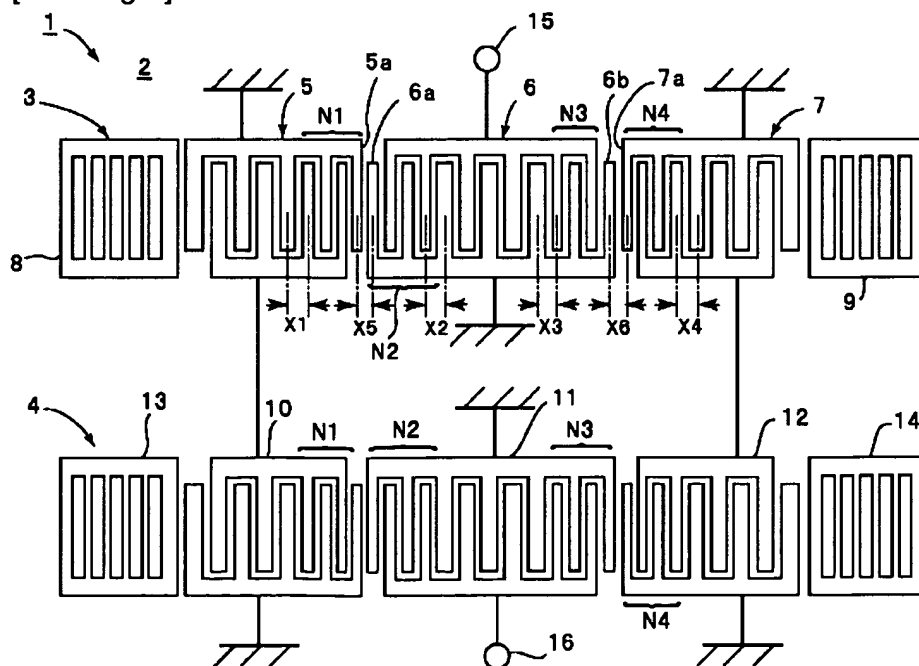
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

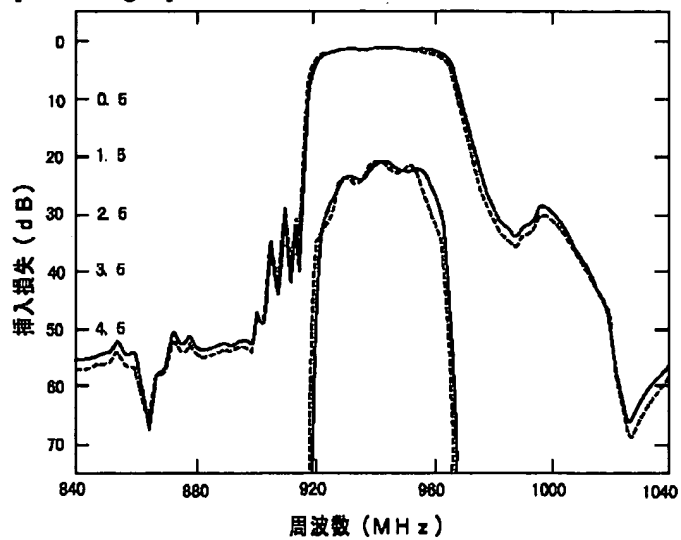
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

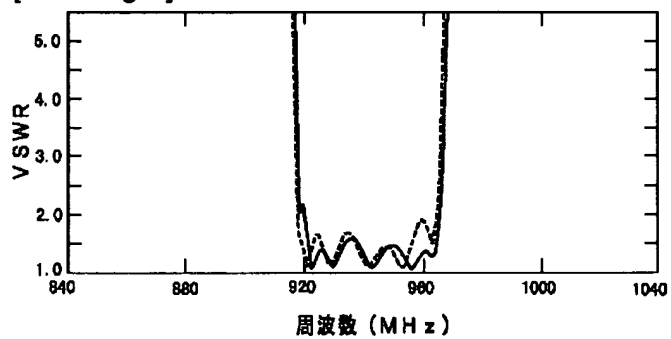
[Drawing 1]



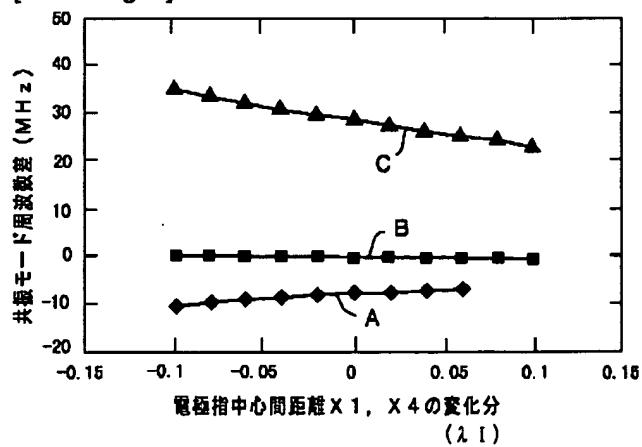
[Drawing 2]



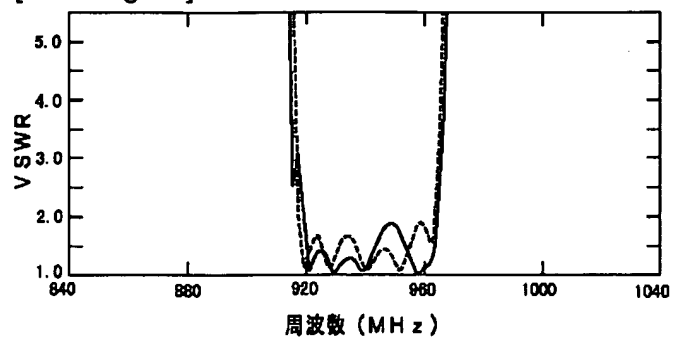
[Drawing 3]



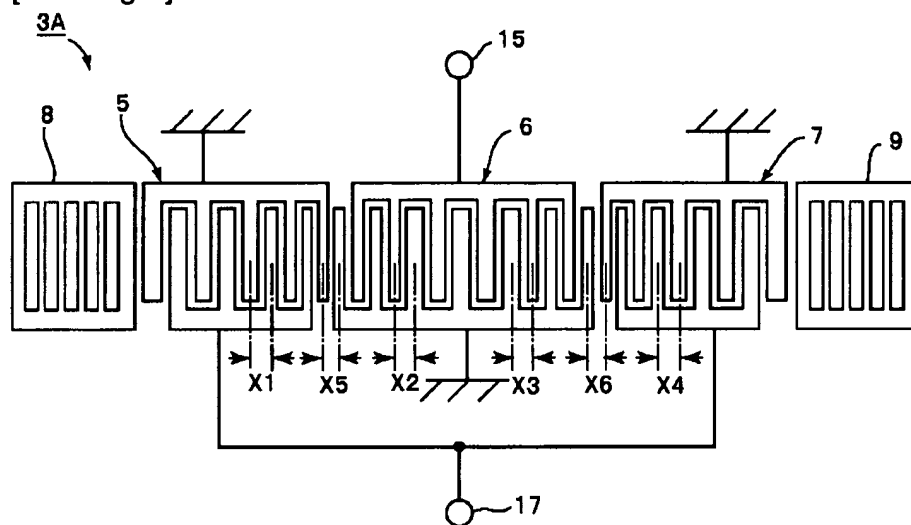
[Drawing 5]



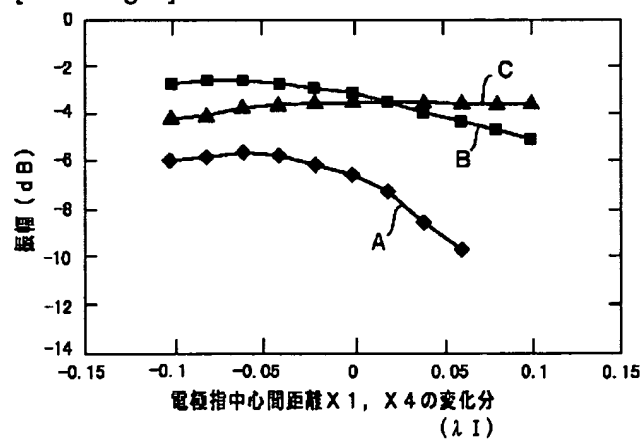
[Drawing 15]



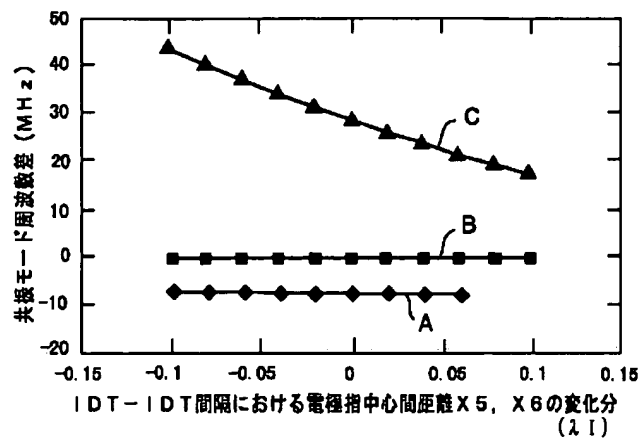
[Drawing 4]



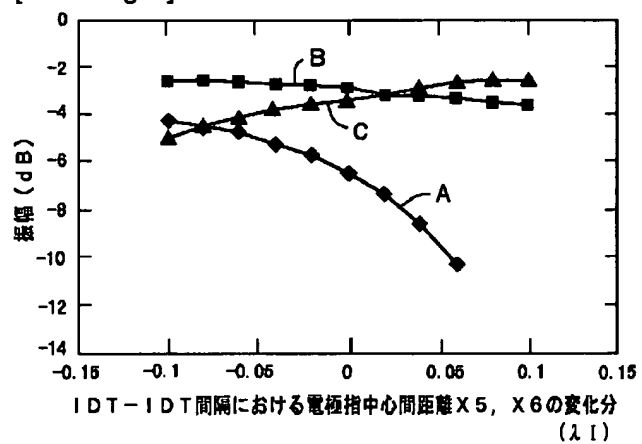
[Drawing 6]



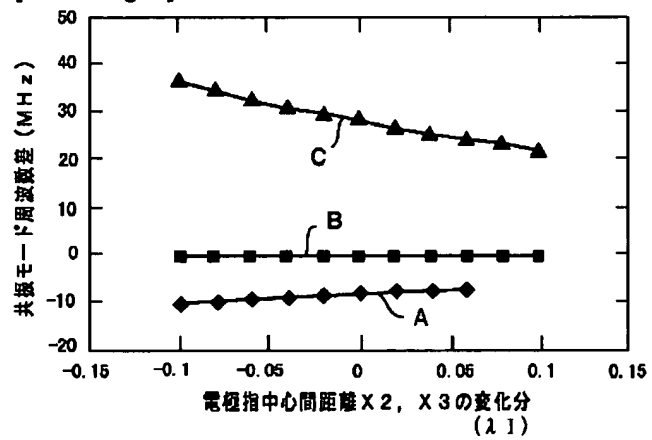
[Drawing 7]



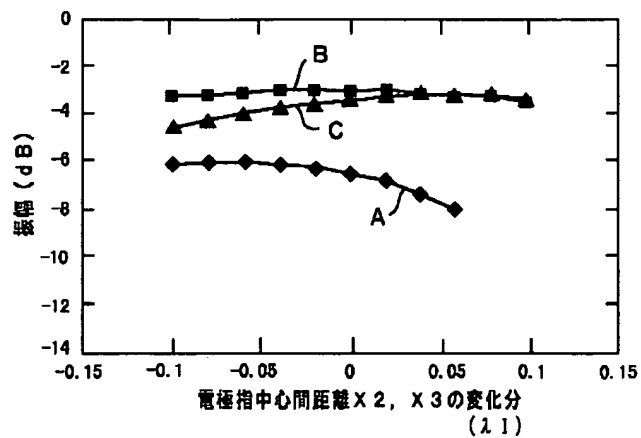
[Drawing 8]



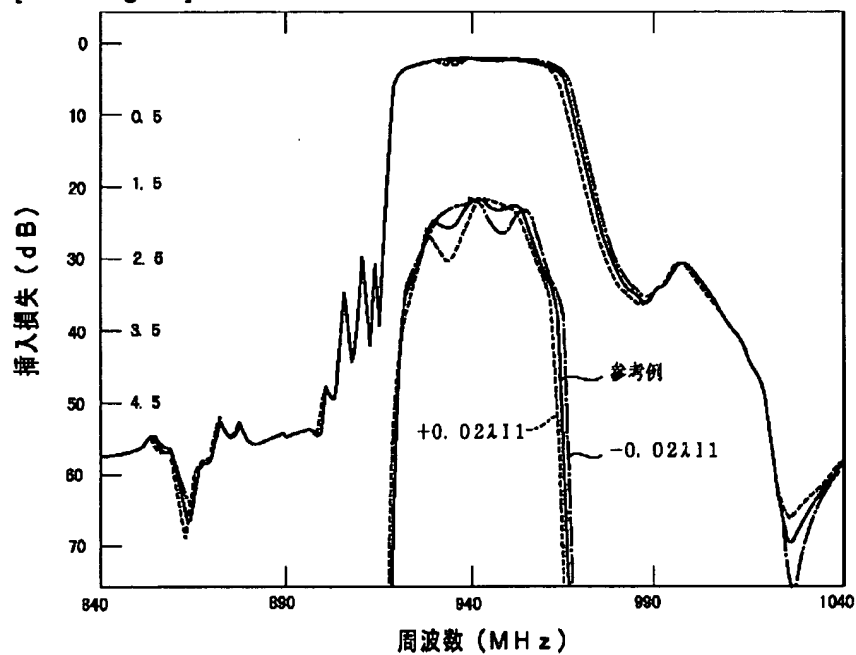
[Drawing 9]



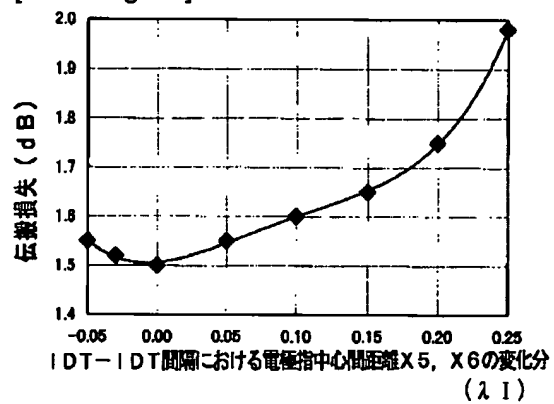
[Drawing 10]



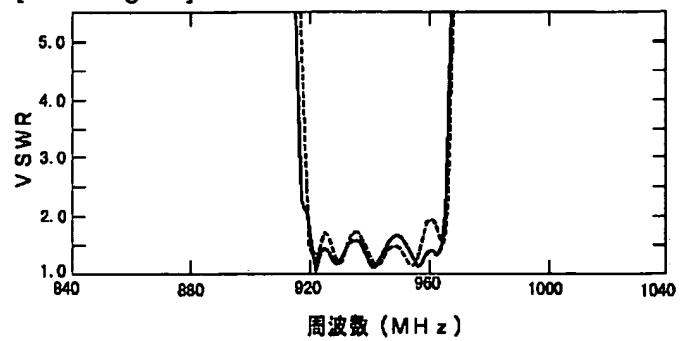
[Drawing 11]



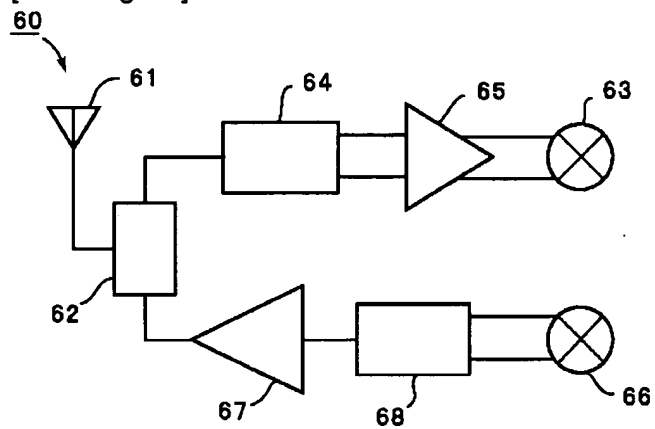
[Drawing 16]



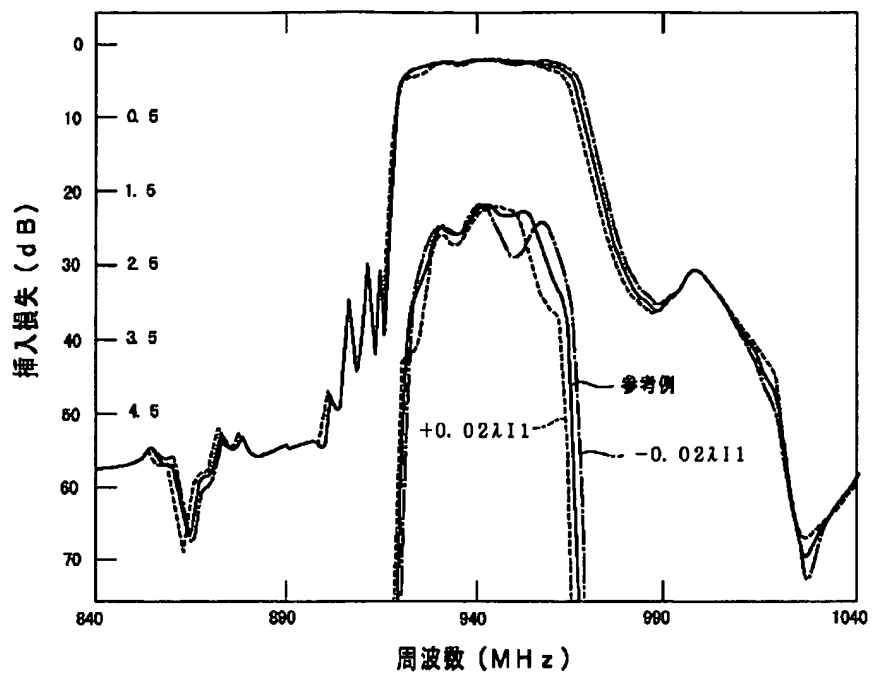
[Drawing 23]



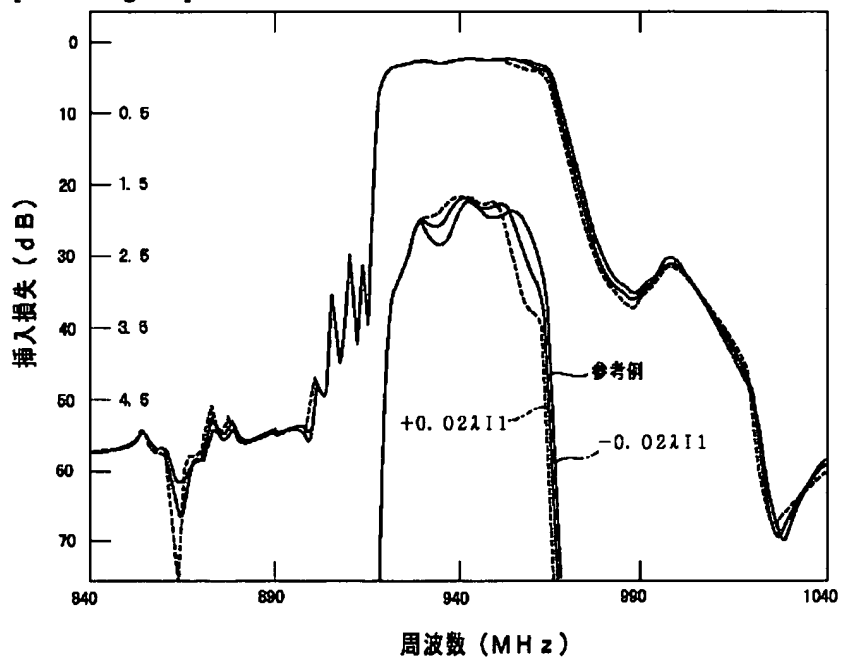
[Drawing 25]



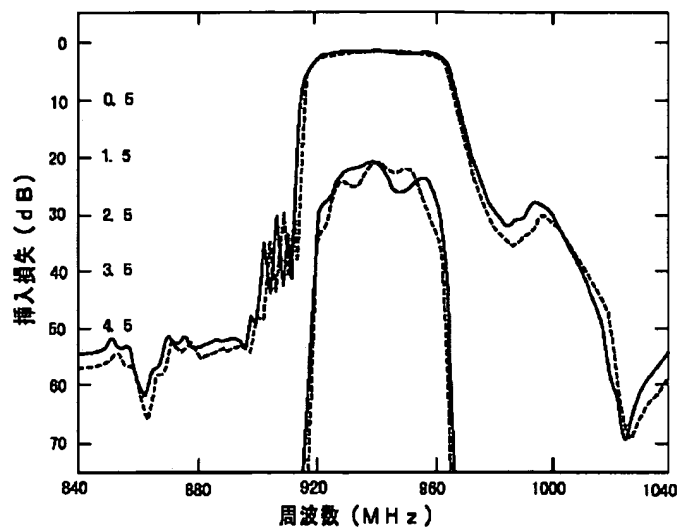
[Drawing 12]



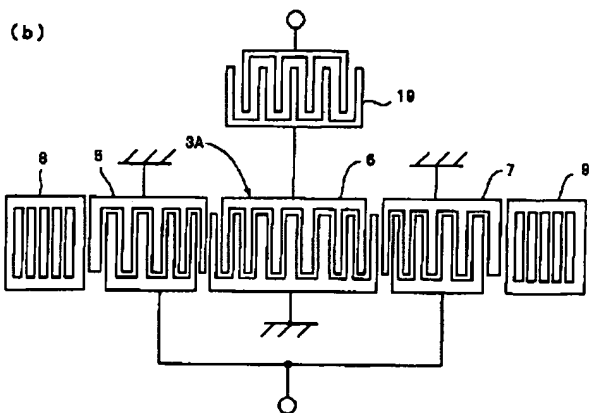
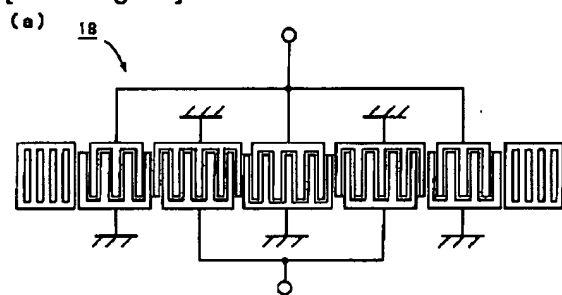
[Drawing 13]



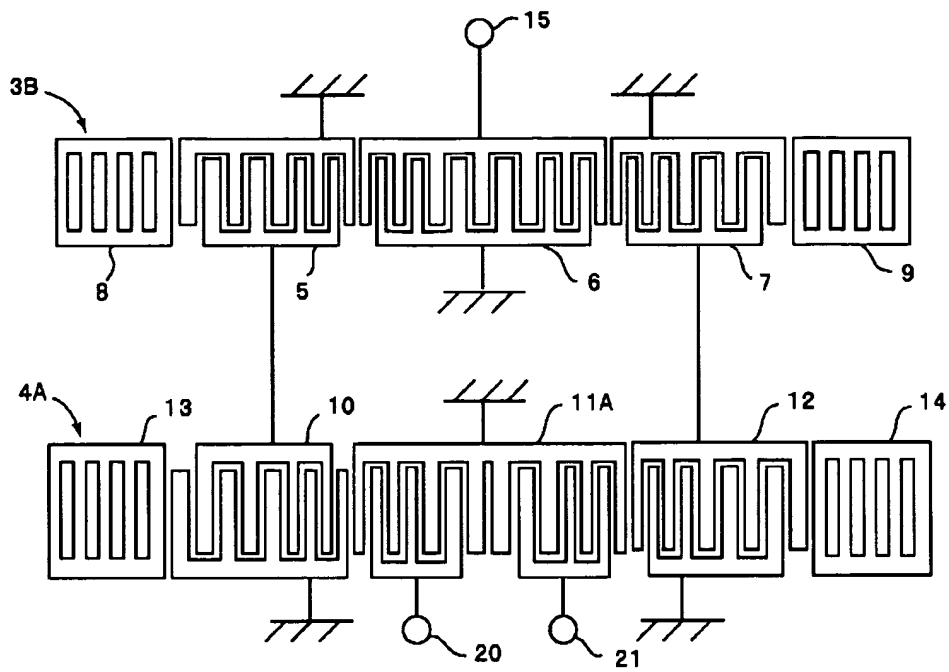
[Drawing 14]



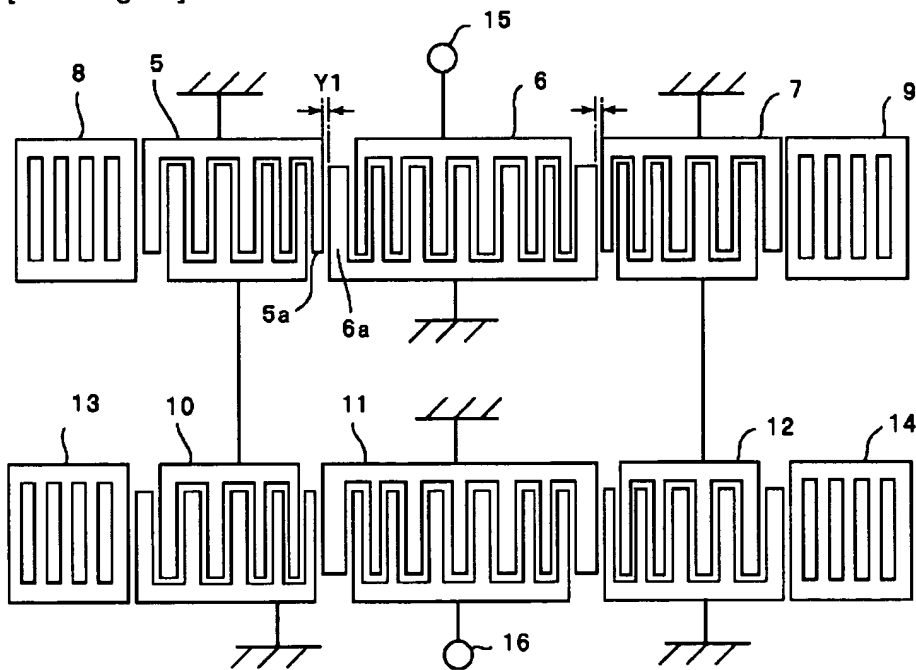
[Drawing 17]



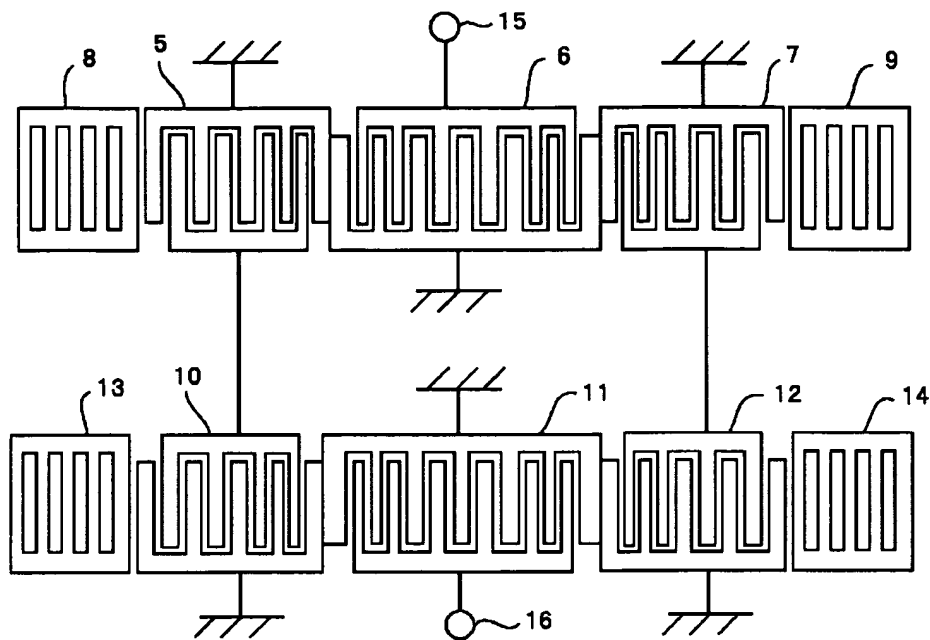
[Drawing 18]



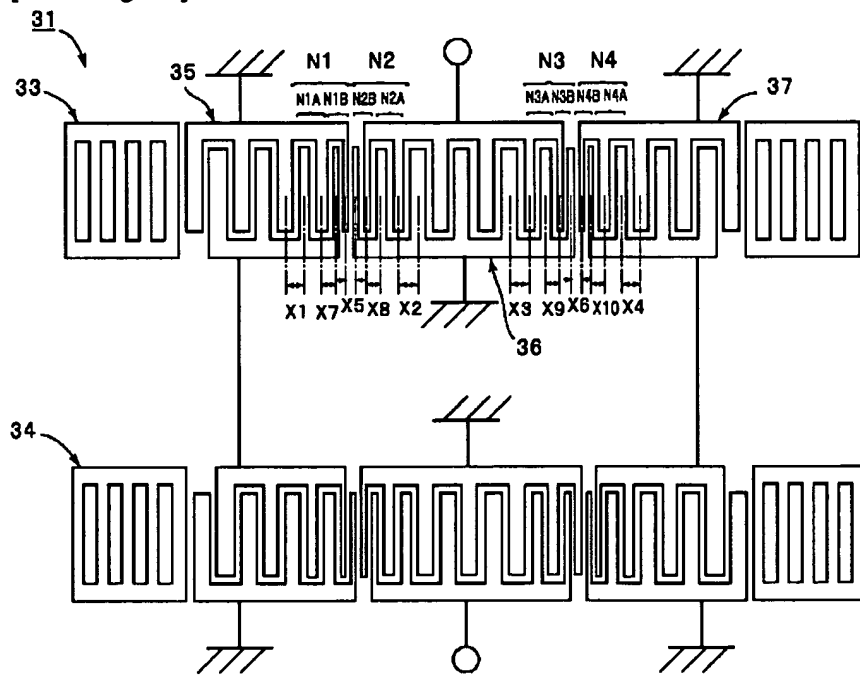
[Drawing 19]



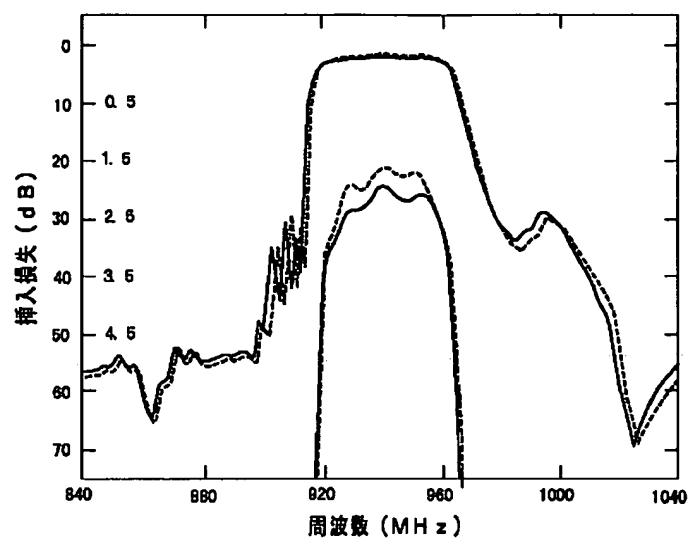
[Drawing 20]



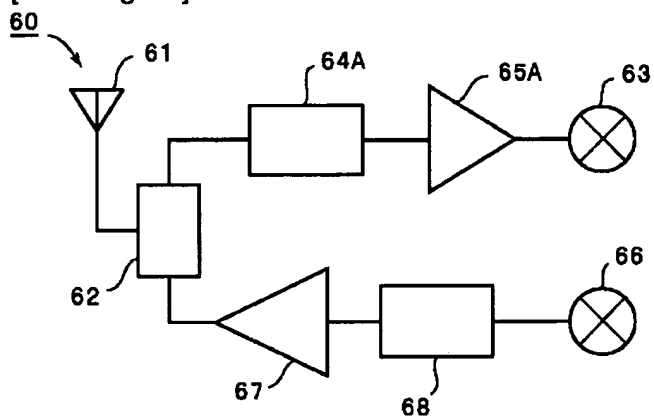
[Drawing 21]



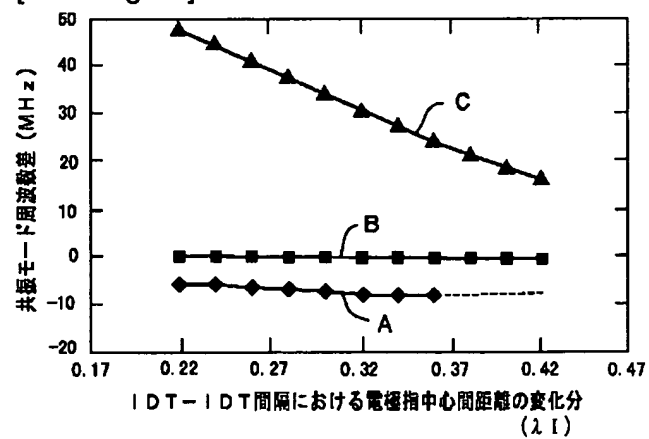
[Drawing 22]



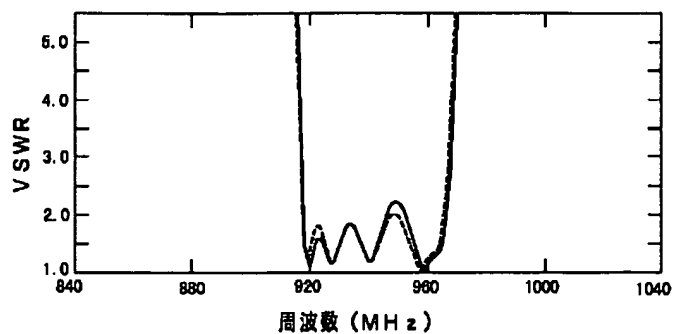
[Drawing 26]



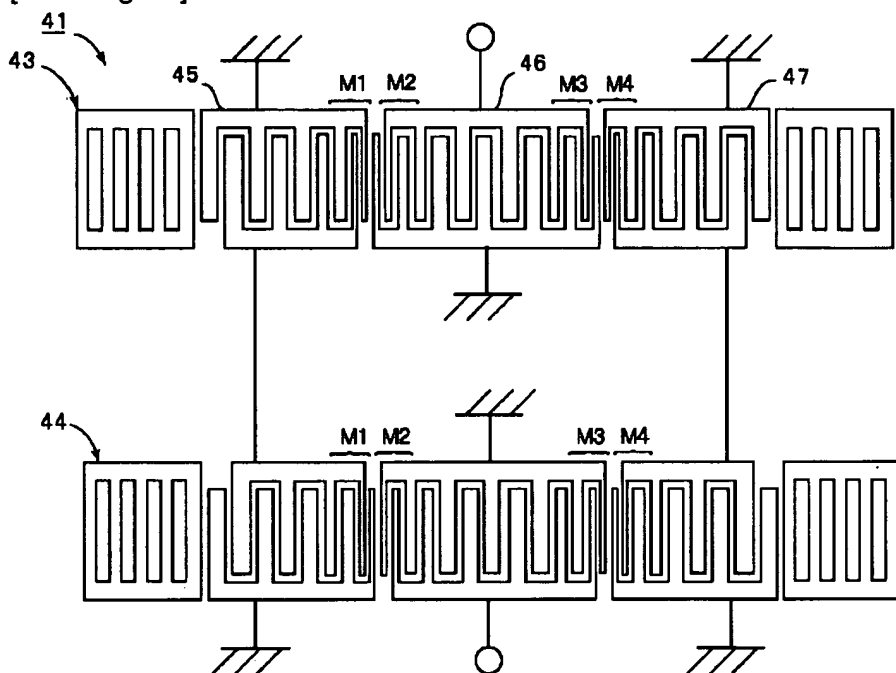
[Drawing 29]



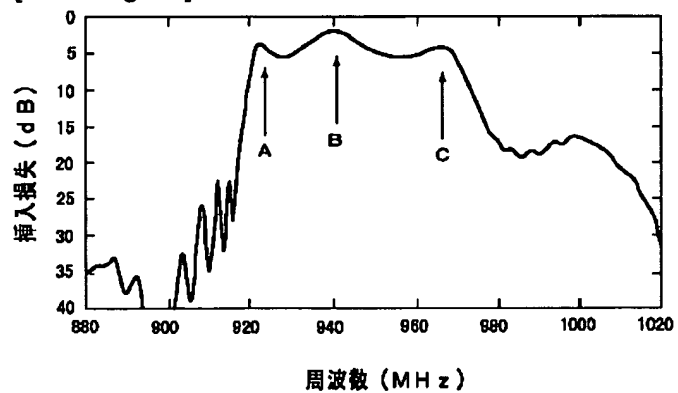
[Drawing 34]



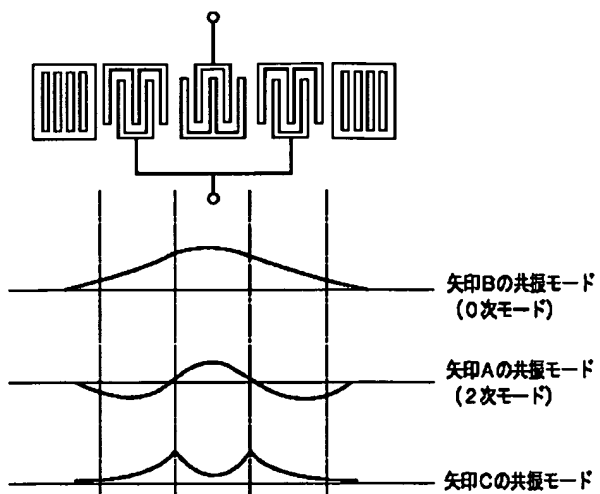
[Drawing 24]



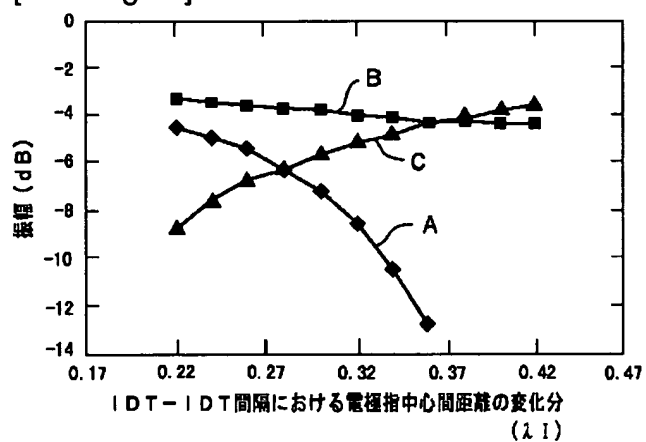
[Drawing 27]



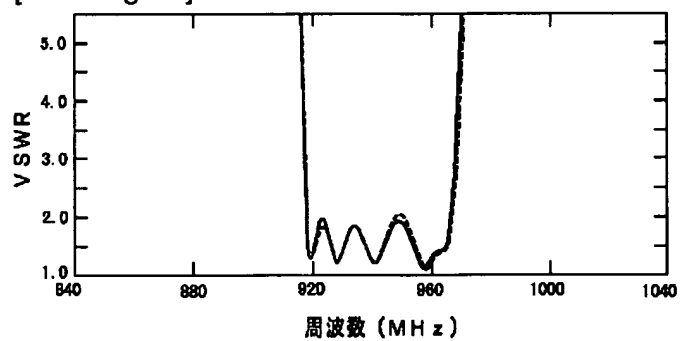
[Drawing 28]



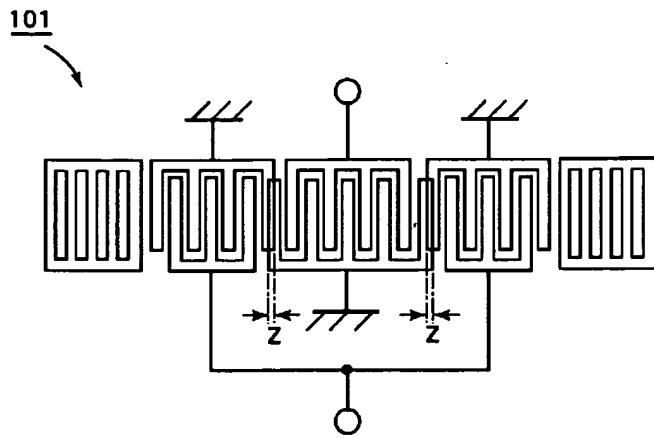
[Drawing 30]



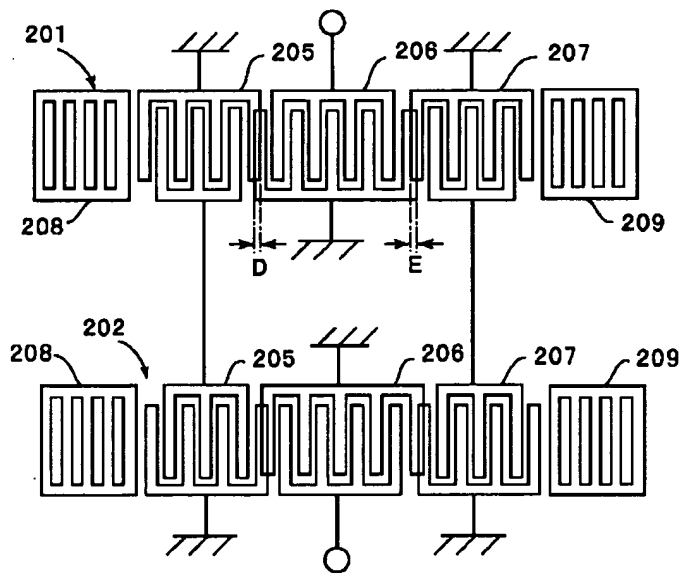
[Drawing 36]



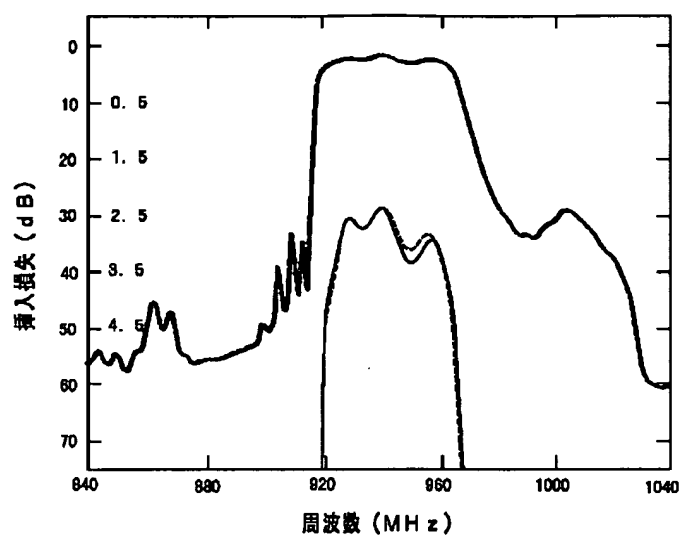
[Drawing 31]



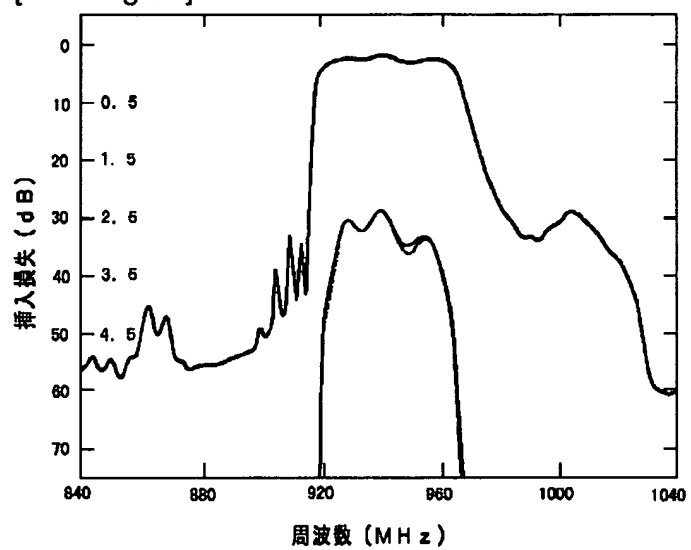
[Drawing 32]
200



[Drawing 33]



[Drawing 35]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-009587

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

H03H 9/64
H03H 9/145

(21)Application number : 2000-191562

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 26.06.2000

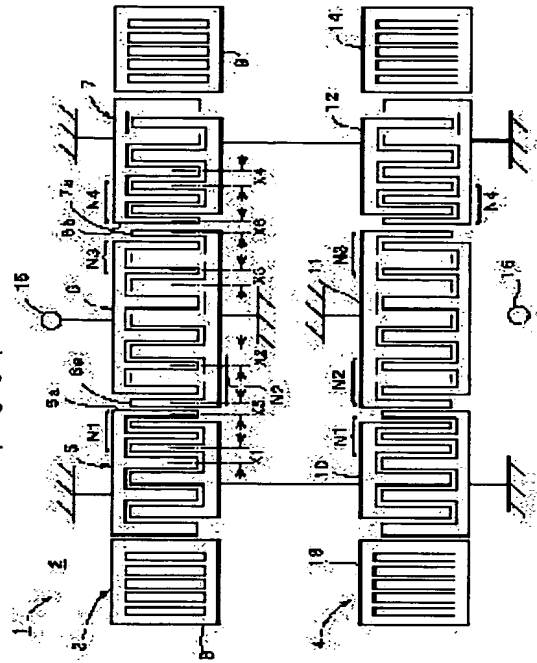
(72)Inventor : TAKAMINE YUICHI

(54) LONGITUDINALLY COUPLED RESONATOR TYPE SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a longitudinally coupled resonator type surface acoustic wave filter having narrow pitch electrode finger sections that can enhance a degree of adjustment freedom of the layout of 3 resonance modes so as to improve a degree of design freedom in the case of adjustment of characteristics such as a pass bandwidth, dispersion in an insertion loss in the pass band and a VSWR (voltage standing wave ratio).

SOLUTION: In the longitudinally coupled resonator type surface acoustic wave filter 1 that has the narrow pitch electrode finger sections N1-N4 where a pitch of part of electrode fingers from an end of adjacent IDTs is designed narrower than a pitch of electrode fingers of the remaining parts, the center chstance of at least a pair of adjacent electrode fingers differs from $0.25 \lambda - A + 0.25 \lambda B$, where λ is a wavelength decided by the pitch of one electrode finger and B is a wavelength decided by the pitch of the other electrode finger.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3358615

[Date of registration] 11.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-9587

(P 2002-9587A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002. 1. 11)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

ターコード (参考)

H 0 3 H 9/64
9/145H 0 3 H 9/64
9/145Z 5J097
A

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L

(全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-191562 (P2000-191562)

(22) 出願日 平成12年6月26日 (2000. 6. 26)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 高峰 裕一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

Fターム (参考) 5J097 AA01 AA13 BB14 BB16 CC03

DD07 DD13 DD14 GG03 GG05

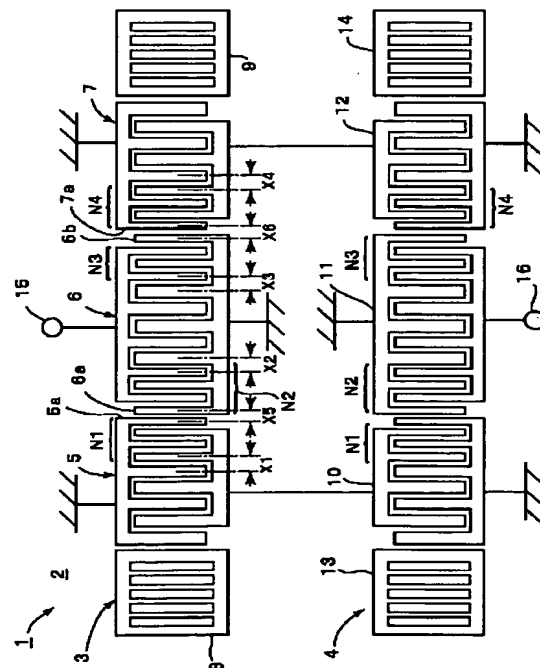
KK03 KK04

(54) 【発明の名称】 縦結合共振子型弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、3つの共振モードの配置の調整度の自由度を高めることができ、通過帯域幅、通過帯域内における挿入損失のばらつき及びVSWRなどの特性の調整に際しての設計自由度が高められた縦結合共振子型弾性表面波フィルタを得る。

【解決手段】 隣り合うIDT側の端部から一部分の電極指のピッチが残りの部分の電極指のピッチよりも狭くされている狭ピッチ電極指部N1～N4を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1において、少なくとも一対の隣り合う電極指の中心間距離が、一方の電極指のピッチで定められる波長を λA 、他方の電極指のピッチで定められる波長を λB としたときに、 $0.25\lambda A + 0.25\lambda B$ から異なっている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板と、

前記圧電基板上において、弾性表面波伝搬方向に沿って形成されており、それぞれ複数本の電極指を有する第 1～第 3 の IDT とを備え、

前記第 1～第 3 の IDT のうち少なくとも 1 つの IDT が、隣り合う IDT 側の端部から一部分の電極指のピッチが、該 IDT における他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも 1 つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、

少なくとも一対の隣り合う電極指の中心間距離が、一方の電極指のピッチで定められる波長を λA 、他方の電極指のピッチで定められる波長を λB としたときに、 $0.25\lambda A + 0.25\lambda B$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】 圧電基板と、

前記圧電基板上において弾性表面波の伝搬方向に沿って配置されており、それぞれが複数本の電極指を有する第 1～第 3 の IDT とを備え、

前記第 1～第 3 の IDT のうち少なくとも 1 つの IDT が、隣り合う IDT 側の端部から一部分の電極指のピッチが、該 IDT における他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも 1 つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチで定められる波長を $\lambda I2$ 、該狭ピッチ電極指部を有する IDT の狭ピッチ電極指部の以外の電極指部のピッチで定められる波長を $\lambda I1$ とした場合、

上記隣り合う IDT 間の電極指中心間距離が、該隣り合う IDT 間隔の両側に前記狭ピッチ電極指部が配置されている場合には $0.5\lambda I2$ から異ならされ、いずれか一方の IDT 側にのみ前記狭ピッチ電極指部が設けられている場合には、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 3】 圧電基板と、

前記圧電基板上において弾性表面波の伝搬方向に沿って配置されており、それぞれが複数本の電極指を有する第 1～第 3 の IDT とを備え、

前記第 1～第 3 の IDT のうち少なくとも 1 つの IDT が、隣り合う IDT 側の端部から一部分の電極指のピッチが、該 IDT における他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも 1 つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチで定められる波長を $\lambda I2$ 、該狭ピッチ電極指部を有する IDT の狭ピッチ電極指部の以外の電極指部のピッチで定められる波長を $\lambda I1$ とした場合、

上記狭ピッチ電極指部と、前記狭ピッチ電極指部以外の電極指部とが隣り合う部分における電極指中心間距離

が、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 4】 圧電基板と、

前記圧電基板上において弾性表面波の伝搬方向に沿って配置されており、それぞれが複数本の電極指を有する第 1～第 3 の IDT とを備え、

前記第 1～第 3 の IDT のうち少なくとも 1 つの IDT が、隣り合う IDT 側の端部から一部分の電極指のピッチが、該 IDT における他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも 1 つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチで定められる波長を $\lambda I2$ 、該狭ピッチ電極指部を有する IDT の狭ピッチ電極指部の以外の電極指部のピッチで定められる波長を $\lambda I1$ とした場合、

上記隣り合う IDT 間の電極指中心間距離が、該中心の両側に前記狭ピッチ電極指部が配置されている場合には $0.5\lambda I2$ から異ならされ、いずれか一方の IDT 側にのみ前記狭ピッチ電極指部が設けられている場合には、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異なっており、かつ上記狭ピッチ電極指部と、前記狭ピッチ電極指部以外の電極指部とが隣り合う部分における電極指中心間距離が、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 5】 前記隣り合う電極指中心間距離が異ならされる量が $0.25\lambda I1$ 以下であることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれかに記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 6】 前記隣り合う IDT の隣り合う一対の電極指のうち、一方の電極指による電極被覆率が相対的に高められており、それによって前記隣り合う一対の電極指間の間隔が狭くされている、請求項 1～5 のいずれかに記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 7】 前記隣り合う IDT 間の隣り合う一対の電極指間の領域がメタライズされている、請求項 1～6 のいずれかに記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 8】 圧電基板と、

前記圧電基板上において弾性表面波伝搬方向に沿って配置されており、かつそれぞれが複数本の電極指を有する第 1～第 3 の IDT とを備え、

前記第 1～第 3 の IDT のうち少なくとも 1 つの IDT が、隣り合う IDT 側の端部から一部分の電極指のピッチが、相対的に狭い狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部に連なる電極指部分が相対的に広い電極指ピッチを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、

前記狭ピッチ電極指部内において、さらに電極指ピッチが異なる部分が設けられている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 9】 前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチが異なる部分間において隣り合う少なくとも一対の電極指中心間距離が、それぞれの電極指のピッチで定められる波長を λA 、 λB とした場合、 $0.25\lambda A + 0.25\lambda B$ から異ならされている、請求項 8 に記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 10】 前記狭ピッチ電極指部がチャープ型の電極指部である、請求項 1～9 のいずれかに記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 11】 チャープ型電極指部が、IDT の表面波伝搬方向中心から外側に向かうにつれて、線形に電極指ピッチが小さくなるように構成されている、請求項 10 に記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 12】 請求項 1～11 のいずれかに記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタが複数段従属接続されている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ。

【請求項 13】 請求項 1～12 のいずれかに記載の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いて構成されている、通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば携帯電話機の RF 段のバンドパスフィルタなどに用いられている弾性表面波フィルタに関し、より詳細には、弾性表面波伝搬方向に複数の IDT（インターデジタルトランスデューサ）が配置されている縦結合共振子型弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】携帯電話機の RF 段のバンドパスフィルタとして、弾性表面波フィルタが広く用いられている。バンドパスフィルタでは、低損失、高減衰量及び広帯域であることが求められている。従って、弾性表面波フィルタにおいても、これらの要求を満たす試みが種々なされている。

【0003】例えば、特開平 5-267990 号公報には、縦結合共振子型弾性表面波フィルタの広帯域化を図る方法が開示されている。図 31 に、この公報に開示されている縦結合共振子型弾性表面波フィルタ 101 を示す。図 31 に示す隣り合う IDT 間の隣り合う電極指中心間距離（以下、IDT-IDT 間隔と略す）Z が、電極指のピッチで定められる波長 λI の約 0.25 倍とされている。図 27 及び図 28 は、この先行技術における広帯域化を説明するための図であり、図 27 は発生する共振モードの周波数関係を示し、図 28 は各共振モードにおける有効電流分布を略図的に示す図である。

【0004】上記先行技術に記載の方法では、図 27 及び図 28 に示されている 0 次モード（矢印 B で示す共振モード）、2 次モード（矢印 A で示す共振モード）の他に、IDT-IDT 間隔部に弾性表面波の強度分布のピークを有する共振モード（矢印 C で示されている共振モ

ード）が利用されて、通過帯域が構成される。従って、通常は、IDT-IDT 間隔はバルク波の不要輻射を防止するために $0.50\lambda I$ とされているが、上記先行技術に記載のように、 $0.25\lambda I$ とすることにより、広帯域化を図ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図 29 及び図 30 は、上記 IDT-IDT 間隔を変更した場合の、上記矢印 A～C で示す共振モードの変化を示す図である。なお、図 29 及び図 30 の結果は、インピーダンス整合条件を故意にずらして確認した結果である。もっとも、図 29 及び図 30 の結果は、共振モードの変化を相対的に示すものであり、正確な共振モードの絶対的位置を示すものではないことを指摘しておく。

【0006】図 29 は、IDT-IDT 間隔を変えていった場合の 0 次モードを基準とした各共振モードの動き、すなわち 0 次モードの共振周波数に対する各モードの共振周波数の周波数差の変化を示し、図 30 は、各共振モードの振幅レベルの変化を示す。図 29 及び図 30 から明らかなように、IDT-IDT 間隔を変えることにより、共振モードの周波数及び振幅レベルのいずれもが変化することがわかる。

【0007】前述した先行技術においては、通過帯域幅を拡げるために、IDT-IDT 間隔が調整されているが、これを図 32 を参照して説明する。図 32 は、従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの一例を示す模式的平面図である。

【0008】ここでは、 $40 \pm 5^\circ$ Y カット X 伝搬 LiTaO₃ 基板（図示せず）上に、A1 からなる各電極を形成することにより弾性表面波フィルタ 200 が構成されている。この縦結合共振子型弾性表面波フィルタ 200 は、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 201、202 を 2 段従属接続した構造を有する。弾性表面波フィルタ部 201、202 は、同じように構成されており、それぞれ、表面波伝搬方向に配置された第 1～第 3 の IDT 205～207 と、IDT 205～207 が設けられている部分の両側に設けられた反射器 208、209 とを有する。この弾性表面波フィルタ部 201、202 を、下記の仕様で設計した。

【0009】電極指交差幅 $W = 43.4\lambda I$ （但し、 λI は、IDT の電極指のピッチで定められる表面波の波長）

IDT における電極指の本数 = IDT 205 は 25 本、

IDT 206 は 31 本、IDT 207 は 25 本

IDT の波長 $\lambda I = 4.17 \mu m$

反射器の波長 $\lambda R = 4.28 \mu m$

反射器の電極指の本数 = 100 本

隣り合う IDT 間の間隔 $D, E = 0.32\lambda I$

IDT と反射器との間の間隔 = $0.50\lambda R$

IDT におけるデューティ = 0.73、反射器におけ

るデューティー＝0.55

電極膜厚＝0.08λI

【0010】なお、本明細書において、IDT-IDT間隔、IDT-リフレクタ間隔及び隣り合う電極指間の間隔は、全て、電極指中心間距離で表すものとする。また、上記デューティーは、電極指の表面波伝搬方向に沿う幅方向寸法の、該幅方向寸法と隣り合う電極指間のスペースの幅方向寸法との和に対する比を表すものとする。

【0011】図33及び図34は、図32に示した弾性表面波フィルタ200において、IDT-IDT間隔D、Eを、上述した設計値よりも0.005λI小さくし、広帯域化させた場合の特性の変化を示す。実線は、IDT間隔D、Eを小さくした場合、破線は上記仕様の場合の特性を示す。

【0012】図33は周波数特性を、図34はVSWRの変化を示す。図33及び図34から明らかなように、IDT-IDT間隔を小さくすることにより、スルーレベルから4dBの範囲にある通過帯域幅は約1MHz拡がり、広帯域化が図られる。しかしながら、通過帯域内における挿入損失の平坦性が低下し、かつVSWRが約0.25悪化する。

【0013】他方、IDT-IDT間隔D、Eを、上記設計条件よりも0.003λI大きくし、通過帯域内における挿入損失の平坦性を高め及びVSWR特性を改善させた場合の特性の変化を図35及び図36に示す。実線は、IDT間隔D、Eを大きくした場合、破線は上記仕様の場合の特性を示す。

【0014】図35及び図36から明らかなように、IDT-IDT間隔を広くすることにより、通過帯域内における挿入損失の平坦性及びVSWRは改善されるが、逆に通過帯域幅は約1MHz狭くなる。これは、IDT-IDT間隔を調整することにより所望の特性を得ようとすると、図29及び図30に示したように、共振モードの全てが変化することによる。

【0015】すなわち、3つの共振モードを個別に操作することができないため、通過帯域幅、通過帯域内における挿入損失の平坦性及びVSWRなどを全て満足する特性は得られなかった。

【0016】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、前述した3つの共振モードの配置状態を広範囲に調整することができ、通過帯域幅、通過帯域内の挿入損失の平坦性及びVSWRなどの設計の自由度を高め得る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0017】本発明の他の目的は、通過帯域幅を狭くすることなく、通過帯域内における挿入損失の平坦性を低減することができ、かつVSWR特性を改善し得る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0018】本発明のさらに他の目的は、通過帯域内に

おける挿入損失の平坦性やVSWR特性を劣化させることなく、広帯域化を図り得る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明のある広い局面によれば、圧電基板と、前記圧電基板上において、弾性表面波伝搬方向に沿って形成されており、それぞれ複数本の電極指を有する第1～第3のIDTとを備え、少なくとも1つのIDTが、隣り合うIDT側の端部から一部分の電極指のピッチが、他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも1つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも一対の隣り合う電極指の中心間距離が、一方の電極指のピッチで定められる波長をλA、他方の電極指のピッチで定められる波長をλBとしたときに、 $0.25\lambda A + 0.25\lambda B$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタが提供される。

【0020】なお、この場合、少なくとも一対の隣り合う電極指は、狭ピッチ電極指部と残りの電極指部とが隣り合う部分の一対の隣り合う電極指やIDT同士が隣り合う部分における隣り合う一対の電極指だけでなく、他の部分において隣り合う一対の電極指であってもよい。

【0021】本発明の他の広い局面によれば、圧電基板と、前記圧電基板上において弾性表面波の伝搬方向に沿って配置されており、それぞれが複数本の電極指を有する第1～第3のIDTとを備え、少なくとも1つのIDTが、隣り合うIDT側の端部から一部分の電極指のピッチが、他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも1つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチで定められる波長をλI2、該狭ピッチ電極指部を有するIDTの狭ピッチ電極指部の以外の電極指部のピッチで定められる波長をλI1とした場合、上記隣り合うIDT間の電極指中心間距離が、該隣り合うIDT間隔の両側に狭ピッチ電極指部が配置されている場合には $0.5\lambda I2$ から異ならされ、いずれか一方のIDT側にのみ狭ピッチ電極指部が設けられている場合には、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタが提供される。

【0022】本発明のさらに他の広い局面によれば、圧電基板と、前記圧電基板上において弾性表面波の伝搬方向に沿って配置されており、それぞれが複数本の電極指を有する第1～第3のIDTとを備え、少なくとも1つのIDTが、隣り合うIDT側の端部から一部分の電極指のピッチが、他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも1つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチで定められる波長をλI2、該狭ピッチ電極指部を有するIDTの狭ピッチ電極指部

の以外の電極指部のピッチで定められる波長を $\lambda I1$ とした場合、上記狭ピッチ電極指部と、狭ピッチ電極指部以外の電極指部とが隣り合う部分における電極指中心間距離が、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタが提供される。

【0023】本発明の別の広い局面によれば、圧電基板と、前記圧電基板上において弾性表面波の伝搬方向に沿って配置されており、それぞれが複数本の電極指を有する第1～第3のIDTとを備え、少なくとも1つのIDTが、隣り合うIDT側の端部から一部分の電極指のピッチが、他の部分の電極指のピッチよりも狭くされている少なくとも1つの狭ピッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチで定められる波長を $\lambda I2$ 、該狭ピッチ電極指部を有するIDTの狭ピッチ電極指部の以外の電極指部のピッチで定められる波長を $\lambda I1$ とした場合、上記隣り合うIDT間の電極指中心間距離が、該中心の両側に狭ピッチ電極指部が配置されている場合には、 $0.5\lambda I2$ から異ならされ、いずれか一方のIDT側

にのみ狭ピッチ電極指部が設けられている場合には、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異なっており、かつ上記狭ピッチ電極指部と、狭ピッチ電極指部以外の電極指部とが隣り合う部分における電極指中心間距離が、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならされている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタが提供される。

【0024】本発明においては、好ましくは、前記隣り合う電極指中心間距離が異ならされる量は、 $0.25\lambda I1$ 以下とされている。本発明においては、好ましくは、隣り合うIDTの隣り合う一対の電極指のうち、一方の電極指による電極被覆率が相対的に高められており、それによって隣り合う電極指間の間隔が狭くされている。

【0025】本発明の特定の局面では、隣り合うIDT間の隣り合う電極指間の領域がメタライズされている。本発明のさらに別の広い局面によれば、圧電基板と、前記圧電基板上において弾性表面波伝搬方向に沿って配置されており、かつそれぞれが複数本の電極指を有する第1～第3のIDTとを備え、少なくとも1つのIDTが、隣り合うIDT側の端部から一部分の電極指のピッチが、相対的に狭い狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部に連なる電極指部分が相対的に広い電極指ピッチを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、前記狭ピッチ電極指部内において、さらに電極指ピッチが異なる部分が設けられている、縦結合共振子型弾性表面波フィルタが提供される。

【0026】好ましくは、前記狭ピッチ電極指部の電極指ピッチが異なる部分間において隣り合う少なくとも一対の電極指中心間距離が、それぞれの電極指のピッチで定められる波長を λA 、 λB とした場合、 $0.25\lambda A$

$+ 0.25\lambda B$ から異ならされている。

【0027】本発明の特定の局面では、狭ピッチ電極指部がチャープ型とされている。好ましくは、チャープ型電極指部は、IDTの表面波伝搬方向中心から外側に向かうにつれて、線形に電極指ピッチが小さくなるように構成されている。

【0028】本発明の別の特定の局面によれば、本発明の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを2段以上従属接続してなる縦結合共振子型弾性表面波フィルタが提供される。本発明のさらに他の特定の局面では、本発明に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いた通信機が提供される。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0030】図1は、本発明の第1の実施例に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを説明するための模式的平面図である。なお、本実施例及び以後の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタは、EGSM受信用バンドパスフィルタであるが、本発明に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタは、これに限定されず、様々な用途においてバンドパスフィルタとして用いられるものである。

【0031】本実施例では、圧電基板としての $40 \pm 5^\circ$ YカットX伝搬のLiTaO₃基板2を用いて、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1が構成されている。弾性表面波フィルタ1では、弾性表面波フィルタ部3、4が2段従属接続されている。弾性表面波フィルタ部3、4は、3個のIDTを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタであり、両者は全く同様に構成されている。

【0032】弾性表面波フィルタ部3では、第1～第3のIDT5～7が表面波伝搬方向に沿って配置されている。IDT5～7が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に、反射器8、9が配置されている。

【0033】同様に、弾性表面波フィルタ部4においては、第1～第3のIDT10～12が配置されており、IDT10～12の設けられている領域の両側に反射器13、14が配置されている。

【0034】弾性表面波フィルタ部3の中央の第2のIDT6の一端が入力端子15に接続されている。また、弾性表面波フィルタ部3の第1、第3のIDT5、7の一端が、第2の弾性表面波フィルタ部4の第1、第3のIDT10、12の一端に電氣的に接続されている。弾性表面波フィルタ部4の第2のIDT11の一端が出力端子16に電氣的に接続されている。IDT5～7、10～12の入力端子15、出力端子16または他のIDTに電氣的に接続されている端部とは反対側の端部は、いずれもグラウンド電位に接続されている。

【0035】弾性表面波フィルタ部3においては、ID

T5~7は、それぞれ、電極指ピッチが相対的に狭い狭ピッチ電極指部を有する。すなわち、IDT5、6が隣り合っている部分においては、IDT5、6の電極指5a、6aが隣り合っている。電極指5aを含むIDT5のIDT6側の端部から複数本の電極指が、IDT5の残りの電極指に比べて電極指ピッチが狭い狭ピッチ電極指部N1を構成している。すなわち、IDT5では、狭ピッチ電極指部N1の電極指ピッチが、残りの電極指部の電極指ピッチよりも狭くされている。

【0036】同様に、IDT6においても、IDT5側の端部の電極指6aを含む複数本の電極指が狭ピッチ電極指部N2を構成している。他方、IDT6、7が隣り合っている部分では、IDT6の電極指6bと、IDT7の電極指7aとが隣り合っている。そして、IDT6のIDT7側端部の電極指6bを含む複数本の電極指により狭ピッチ電極指部N3が構成されている。従って、IDT6では、表面波伝搬方向両側に狭ピッチ電極指部N2、N3が構成されており、中央の電極指部に比べて、狭ピッチ電極指部N2、N3の電極指ピッチが狭くされている。なお、狭ピッチ電極指部N2と狭ピッチ電極指部N3の電極指ピッチは等しくされている。

【0037】IDT7では、狭ピッチ電極指部N4が構成されている。狭ピッチ電極指部N4は、IDT7のIDT6側の端部、すなわち電極指7aを含む複数本の電極指を有する。IDT7では、狭ピッチ電極指部N4が、残りの電極指部の電極指ピッチよりも電極指ピッチが狭くされている。

【0038】同様に、IDT10~12においても、IDT5~7と同様の狭ピッチ電極指部N1、N2、N3、N4が構成されている。なお、図1においては、図を簡潔とするために、電極指の本数は実際よりも少なく示されている。

【0039】まず、本発明の実施例ではないが、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ1の基本的な設計例（以下、参考例と略す。）を説明する。上記狭ピッチ電極指部N1~N4の電極指ピッチで定められる波長を λI と、その他の電極指部の電極指ピッチで定められる波長を $\lambda I1$ とする。

【0040】IDT5~7、10~12における電極指交差幅 $W=35.8\lambda I1$

IDT5、7、10、12における電極指の本数=各IDTにおいて、狭ピッチ電極指部の電極指の本数は4本であり、残りの電極指部の電極指の本数は25本

IDT6、11の電極指の本数=両側の狭ピッチ電極指部N2、N3の電極指の本数はそれぞれ4本であり、中央の狭ピッチではない電極指部の電極指の本数は27本
 $\lambda I1=4.19\mu m$

$\lambda I2=3.90\mu m$

反射器8、9、13、14の波長 $\lambda R=4.29\mu m$ 、

反射器における電極指の本数=100本

【0041】狭ピッチ電極指部と残りの電極指部との隣り合う一対の電極指間の電極指中心間距離 $=0.25\lambda I1+0.25\lambda I2$ 。なお、狭ピッチ電極指部と残りの電極指部の隣り合う一対の電極指の中心間距離とは、図1に矢印X1、X2、X3及びX4で示されている部分である。例えば、IDT5の狭ピッチ電極指部N1と、残りの電極指部の隣り合う部分における隣り合う一対の電極指中心間距離である。

【0042】隣り合うIDT-IDT間隔 $=0.50\lambda I2$ 。すなわち、本実施例では、IDT同士が隣り合う部分の両側に狭ピッチ電極指部が構成されており、図1の矢印X5、X6で示されているIDT-IDT間の隣り合う電極指中心間距離は、 $0.50\lambda I2$ とされている。

【0043】IDTと反射器との間隔 $=0.50\lambda R$
 IDT5~7、10~12におけるデューティ $=0.73$ 、反射器におけるデューティ $=0.55$

電極膜厚 $=0.08\lambda I1$

【0044】本実施例では、IDT-IDT間隔の隣り合う電極指間中心距離X5、X6、並びにピッチが異なる電極指が隣り合う部分の電極指間中心距離X1~X4は、それぞれ、隣り合う一対の電極指が含まれている電極指部の電極指ピッチで定められる波長の0.25倍同士を加えた値とされている。これは、弾性表面波の伝搬路の連続性を保ち、バルク波の放射による損失を小さくするためである。

【0045】本参考例の縦結合共振器型弾性表面波フィルタでは、従来の縦結合共振器型弾性表面波フィルタに比べて、低損失であり、かつ前述した3つの共振モードを用いて広い通過帯域を構成することができる。

【0046】本実施例は、このような参考例の縦結合共振器型弾性表面波フィルタにおいて、上記中心間距離X1~X6が、隣り合う一対の電極指の一方の電極指を含む隣り合う電極指の中心から遠ざかる方向に配置された複数本の電極指ピッチで定められる波長の0.25倍と、隣り合う一対の電極指の他方の電極指を含む隣り合う電極指の中心から遠ざかる方向に配置された複数本の電極指のピッチで定められる波長の0.25倍との和からずらされていることにある。これを、より具体的に説明する。

【0047】上記参考例を基本設計とし、中心間距離X1~X6を調整することにより、通過帯域内における挿入損失のばらつき及びVSWRを改善されることを説明する。

【0048】本実施例では、電極指交差幅が $43.0\lambda I1$ とされている。また、中心間距離X1~6は以下の通りとされている。

中心間距離X1、X4 $=0.25\lambda I1+0.25\lambda I2+0.015\lambda I1$

50 中心間距離X5、X6 $=0.50\lambda I2-0.020\lambda$

I 1

中心間距離 $X_2, X_3 = 0.25\lambda_{I1} + 0.25\lambda_{I2} + 0.010\lambda_{I1}$

なお、電極指交差幅が上記のように変更されているのは、インピーダンス整合を図るためである。

【0049】本実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタと、上記参考例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの周波数特性を図2に、VSWR特性を図3に示す。図2及び図3においては、実線が第1の実施例の結果を、破線が上記参考例の結果を示す。なお、図2において、縦軸の右側のスケールで拡大された周波数特性も併せて示されている。

【0050】図2及び図3から明らかなように、本実施例によれば、上記参考例に比べて、通過帯域内における挿入損失のばらつきが小さくなること、及びVSWRが約0.3改善されることがわかる。しかも、スルーレベルが4dBまでの減衰量の通過帯域幅については、参考例とほとんど変わっていないことがわかる。

【0051】すなわち、本実施例によれば、狭ピッチ電極指部と狭ピッチ電極指部とは異なるピッチの電極指部との隣り合う一対の電極指中心間距離 $X_1 \sim X_4$ を、上記参考例の場合よりも大きくし、すなわち、隣り合う一対の電極指の各電極指ピッチで定められる波長の0.25倍の和よりも大きくすることにより、並びにIDT-IDT間において隣り合っている一対の電極指中心間距離 X_5, X_6 を、上記基本設計の場合よりも小さくすることにより、通過帯域内における挿入損失のばらつき及びVSWRの向上を図り得ることがわかる。すなわち、通過帯域を狭くすることなく、通過帯域内の挿入損失のばらつき及びVSWRの改善を図ることができる。

【0052】上記効果を、図4～図10を参照して説明する。図4は、図1に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1における一方の弾性表面波フィルタ部3のみを取り出した構造に相当する。

【0053】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部3Aでは、IDT5、7の一端が出力端子17に接続されている。この弾性表面波フィルタ部3Aにおいて、図1と同じく電極指中心間距離 $X_1 \sim X_6$ を種々異ならせていった場合の共振モードA～C（図27、28に示した共振モードA～C）の変化を図5～図10に示す。

【0054】ここで、電極指中心間距離の変化分とは、前述した参考例における設計条件に対して変化させた距離をいうものとする。図5～図10では、図29及び図30に示した場合と同様に、インピーダンス50Ωのものを5Ωとし整合条件を外して確認した結果であるため、図5～図10は、相対位置を示すものであり、正確な共振モードの絶対位置を示すものではないことを指摘しておく。

【0055】図5及び図6は、図4における中心間距離

X_1, X_4 を変化させた場合、図7及び図8は、中心間距離 X_5 及び X_6 （すなわちIDT-IDT間隔）を、図9及び図10は、中心間距離 X_2, X_3 を変化させた場合の、それぞれ共振モードA～Cの変化を示す。

【0056】図5～図10から明らかなように、各電極指中心間距離の変化に対する3種類の共振モードA～Cの変化の様子は、各中心間距離ごとに異なっていることがわかる。さらに、各中心間距離の変化による特性変化の違いがわかるように、上記参考例において、中心間距離を±0.02λ_{I1}変化させた場合の周波数特性の変化を図11～図13に示す。

【0057】図11は、図4における中心間距離 X_1, X_4 を、図12は、中心間距離 X_5, X_6 を、図13は、中心間距離 X_2, X_3 を変化させた場合の結果を示す。図11～図13から明らかなように、各中心間距離を調整することにより、通過帯域内の変化が大きく異なることがわかる。すなわち、中心間距離 $X_1 \sim X_6$ 、より正確には、中心間距離 X_1, X_4 と、中心間距離 X_5, X_6 と、中心間距離 X_2, X_3 はそれぞれ対になるため、3種類の中心間距離をそれぞれ調整することにより、共振モードの周波数及びレベルを調整する自由度が、従来例に比べて大幅に高められることがわかる。

【0058】本実施例では、上記のように、中心間距離 $X_1 \sim X_4$ を前述した基本設計よりも大きく、中心間距離 X_5, X_6 を基本設計よりも小さくすることにより、通過帯域幅を変えることなく、通過帯域内における挿入損失の偏差及びVSWRが改善されるように、3つの共振モードA～Cの配置が調整されている。

【0059】次に、第1の実施例の変形例として、上述した3種の中心間距離を調整することにより、通過帯域を拡げる例を示す。この変形例では、前述した基本設計に対して、以下のように電極の設計が変更されている。

【0060】電極指交差幅 $W = 4.4\lambda_{I1}$

IDTの波長 $\lambda_{I1} = 4.20\mu\text{m}$

反射器の波長 $\lambda_R = 4.30\mu\text{m}$

中心間距離 $X_1, X_4 = 0.25\lambda_{I1} + 0.25\lambda_{I2} - 0.010\lambda_{I1}$

中心間距離 $X_5, X_6 = 0.50\lambda_{I2} - 0.020\lambda_{I1}$

中心間距離 $X_2, X_3 = 0.25\lambda_{I1} + 0.25\lambda_{I2} + 0.015\lambda_{I1}$

なお、電極指交差幅 W を変更しているのはインピーダンス整合を図るためであり、IDTの波長及び反射器の波長は、中心周波数のずれを修正するために変更しているだけである。

【0061】本変形例の周波数特性及びVSWR特性を図14及び図15に示す。図14及び図15の実線が本変形例の結果を、破線が前述した参考例の結果を示す。

【0062】図14及び図15から明らかなように、スルーレベルから4dBの減衰量の通過帯域幅が、参考例

の場合に対して約1MHz広くなっていることがわかる。この場合、通過帯域内に若干うねりが生じているものの、参考例に対して顕著な悪化は見られず、VSWRはほぼ同等である。

【0063】上記のように、狭ピッチ電極指部と残りの電極指部とが隣接する部分及びIDT同士が隣接する部分において、隣り合う2本の電極指の中心間距離を、それぞれの電極指のピッチで定められる波長の0.25倍同士を加えた値から変更することには、弾性表面波の伝搬度の連続性が損なわれるという問題がある。図16に、図1における中心間距離X5、X6を変化させた場合の伝搬損失の変化を示す。横軸はIDT-IDT間隔、すなわち中心間距離X5、X6の変化分であり、0の点が0.5λI2である。縦軸は挿入損失から、インピーダンス不整合による損失を取り除いた値である。

【0064】図16から明らかなように、中心間距離X5、X6すなわちIDT-IDT間隔を0から変化させることにより、伝搬損失が劣化することがわかる。上記中心間距離X5、X6を、基本設計よりも0.25λI1大きくすることにより、周期性のずれは、従来例と同様となるので、従来例と同等の伝搬損失まで伝搬損失が劣化すると考えられる。

【0065】この伝搬損失の劣化は、図1における他の中心間距離X1～X4を変化させた場合もほぼ同様である。従って、上記中心間距離X1～X6の調整量の上限は、隣り合う2本の電極指の各ピッチで定められる波長の0.25倍同士を加えた基本設計の値+0.25λI（λIは、狭ピッチ電極指部ではない電極指部の電極指ピッチで定められる波長）以下とすることが望ましいことがわかる。なお、第1の実施例で示したEGSM受信フィルタにおいては、調整量は約0.25λIとなっている。また、調整量の下限については、エッチングプロセス、またはリフトオフプロセスで実現し得る範囲とすればよい。

【0066】以上のように、第1の実施例及び上記変形例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタでは、通過帯域幅、通過帯域内における挿入損失のばらつき及びVSWRなどの設計の自由度を、従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタに比べて大幅に高められることがわかる。

【0067】また、第1の実施例のように、3種類の電極指中心間距離を調整することにより、3つの共振モードの配置を調整して、通過帯域ごく近傍におけるフィルタ特性の急峻性を高め得ることもわかる。

【0068】なお、上記実施例では、 $40 \pm 5^\circ$ YカットX伝搬のLiTaO₃基板を用いたが、本発明において圧電基板を構成する圧電材料については特に限定されず、 $64 \sim 72^\circ$ YカットX伝搬のLiNbO₃基板、 41° YカットX伝搬のLiNbO₃基板などを用いてもよい。

【0069】また、上記実施例では、第1～第3のID

Tを有する3IDT型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部を2段従属した構造と、1段の3IDT型縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部3Aにつき説明したが、図17(a)に示すような5個のIDTを有する5IDT型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ18や、それ以上のIDTを有する多電極型縦結合共振子型弾性表面波フィルタにも本発明を適用することができる。さらに、図17(b)に示すように、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部3Aに弾性表面波共振子19を直列に接続した構造であってもよい。

【0070】また、図18に示すように、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4Aの中央のIDT11Aの一方のくし歯電極を2分割し、それぞれ出力端子20、21に接続してもよい。この例のように、平衡-不平衡変換機能を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタを構成してもよい。

【0071】さらに、図18に示すように、2段従属接続に際し、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部3Bと、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4Aとで、電極指交差幅を異ならせてもよい。また、電極指交差幅以外の設計条件を各段の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部で異ならせてもよい。

【0072】さらに、第1の実施例では、隣り合うIDT間の隣り合う電極指は、いずれもアース電位に接続されていたが、図18の弾性表面波フィルタ部3Bのように、一方の電極指をアース電極、他方の電極指を信号電極としてもよい。

【0073】第1の実施例では、3種類の電極指中心間距離、すなわち電極指中心間距離X1、X4、電極指中心間距離X5、X6及び電極指中心間距離X2、X3を調整することにより3つの共振モードの配置が調整されていた。しかしながら、前述したように、狭ピッチ電極指部と他の電極指部との隣り合う部分における2本の電極指中心間距離、あるいはIDT-IDTの隣り合っている部分の隣り合う2本の電極指中心間距離を、双方の電極指のピッチで定められる波長の0.25倍同士を加えた値から変更すると、前述したように弾性表面波の連続性が損なわれる。第1の実施例で変更した程度では、大きな影響はないが、上記電極指中心間距離を大きくすることにより、損失が大幅に大きくなることもある。

【0074】第2の実施例では、このような問題を解決するために、図19に示すように、IDT5、6間及びIDT6、7間、IDT10、11間及びIDT11、12間において、電極指中心間距離X5、X6を拡大した場合に、隣り合う電極指の一方が太くされている。例えば、IDT5、6の隣り合う電極指5a、6aのうち、一方の電極指6aが太くされている。それによって、電極指5a、6a間のギャップY1が、その周囲の狭ピッチ電極指部における電極指間のギャップと同等とされている。このように、IDT-IDT間の間隔を上述した

参考例に比べて広げた場合、広げられた部分をフリーな状態とすると、通過帯域内における挿入損失等が悪化するが、第2の実施例のように、隣り合う電極指の一方を太くし、電極指間のギャップをその周囲における電極指間ギャップとほぼ同一とすることにより、挿入損失の悪化を低減することができる。図20は、第2の実施例の変形例に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。第2の実施例では、隣り合う電極指の一方が太くされていたが、図20に示す変形例では、IDT-IDT間隔が、完全にメタライズされている。すなわち、隣り合うIDT-IDT間隔が完全にメタライズされている。この場合においても、第2の実施例と同様に、IDT-IDT間の間隔を参考例に比べて広げたとしても、通過帯域内における挿入損失の悪化を*

*抑制することができる。これを、具体的な実験例に基づき説明する。

【0075】下記の表1は、図1における縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1における電極指中心間距離X5、X6を、 $0.5\lambda I2$ から $0.2\lambda I1$ 分だけ広げた場合、すなわち、第1の実施例における伝搬損失と、図20に示した変形例における伝搬損失の値を示す。ここで、伝搬損失とは、挿入損失からインピーダンス不整合による損失を取り除いた値である。参考までに、IDT-IDT間隔すなわち電極指中心間距離X5、X6を $0.5\lambda I2$ とした場合（すなわち前述した参考例）の伝搬損失も併せて示す。

【0076】

【表1】

		伝搬損失 [dB]
第1の実施例	IDT-IDT間隔フリー	1.75
図20の変形例	IDT-IDT間隔メタライズ	1.50
参考例	IDT-IDT間隔 $0.50\lambda I2$	1.50

【0077】表1から明らかなように、図20に示した変形例によれば、伝搬損失は、IDT-IDT間隔である電極指中心間距離X5、X6= $0.5\lambda I2$ とした場合と同じ値に戻ることがわかる。

【0078】すなわち、IDT-IDT間隔を広げて共振モードの位置を調整する際には、IDT-IDT間の領域をメタライズすることにより、挿入損失の悪化を防止することができる。

【0079】第1の実施例では、電極指中心間距離X5、X6すなわちIDT-IDT間隔の調整量の上限は、隣り合う2本の電極指のピッチの 0.25 倍同士を加えた距離+ $0.25\lambda I$ としたが、第2の実施例の構成を用いれば、さらに調整量を大きくし得ることがわかる。

【0080】また、IDT-IDT間隔を広げた際に、隣り合う電極指の一方を太くし（第2の実施例）隣り合う電極指間のギャップを、その周囲における電極指間ギャップと同程度とすることによっても、同等の効果の得られることがわかる。

【0081】図21は、第3の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを説明するための模式的平面図である。第3の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ31では、狭ピッチ電極指部における電極指ピッチが2種類とされている。その他の点については、第1の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタと同様である。従って、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、第1の実施例の説明を援用することとする。

【0082】弾性表面波フィルタ部33、34が第1の実施例の場合と同様にして2段従属接続されている。弾

性表面波フィルタ部33においては、IDT35~37が表面波伝搬方向に配置されている。ここで、IDT35~37は、IDT5~7と同様に狭ピッチ電極指部を有する。もっとも、IDT33では、狭ピッチ電極指部N1が、電極指ピッチが異なる電極指部N1Aと、N1Bとを有する。すなわち、IDT35のIDT36側に近い端部から2本の電極指により構成される電極指部N1Bと、それに続く電極指部N1Aとで電極指ピッチが異ならされている。同様に、IDT6の狭ピッチ電極指部N2、N3においても、電極指ピッチが異なる電極指部N2A、N2B、N3A、N3Bが構成されている。さらに、同様に、IDT37においても、狭ピッチ電極指部N4は、電極指ピッチが異なる電極指部N4A、N4Bを有する。

【0083】縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部34についても同様に構成されている。この場合、各IDTにおいて、IDT同士が隣り合う端部に近い側の電極指部N1B、N2B、N3B、N4BをグループBとし、IDTが隣り合っている部分から遠い側の狭ピッチ電極指部の電極指部N1A、N2A、N3A、N4AをグループAとする。グループAの電極指ピッチは全て同じであり、グループBの電極指ピッチは全て同じとされている。

【0084】弾性表面波の伝搬路の連続性を高めるために、グループAの電極指ピッチは、グループBの電極指ピッチよりも大きくされている。従って、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部33においては、電極指ピッチが異なる電極指部同士が隣接する部分として、第1の実施例における中心間距離X1~X6を隔てて一対の電極指が隣接する部分だけでなく、各狭ピッチ電極指部にお

いても、電極指ピッチが異なる電極指部が隣接する一対の電極指が隣り合う部分が生じる。すなわち、図 21 の矢印 X7~X10 で示す中心間距離の部分が存在する。本実施例では、上記中心間距離 X1~X10 は、それぞれ、隣り合っている一対の電極指のピッチで定められる波長の 0.25 倍同士を加えた距離とされている。その他の詳細設計は以下の通りである。なお、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 34 は縦結合共振子型弾性表面波部 33 と全く同様に設計されている。

【0085】電極指交差幅 = $40.5\lambda I1$

狭ピッチ電極指部以外の電極指部における IDT の波長 $\lambda I1 = 4.20\mu m$

グループ A における電極指の波長 $\lambda I2 = 3.92\mu m$

グループ B における電極指の波長 $\lambda I3 = 3.87\mu m$

反射器の波長 $\lambda R = 4.30\mu m$

【0086】図 22 及び図 23 に、第 3 の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの周波数特性及び VSWR を示す。比較のために、第 1 の実施例の前に述べた参考例における特性を破線で示す。

【0087】図 22 及び図 23 から明らかなように、第 3 の実施例によれば、前述した参考例に比べて、VSWR が約 0.25 改善し、さらに最小挿入損失が大きくなっているため通過帯域内における挿入損失のばらつきが小さくなっている。

【0088】この場合、スルーレベルから 4 dB までの減衰量の通過帯域幅は、参考例とほぼ同様である。すなわち、第 3 の実施例のように、狭ピッチ電極指部を、さらにピッチが異なる 2 つの電極指部を有するように調整することにより、第 1 の実施例と同様に 3 つの共振モード A~C の配置を調整でき、特性を改善することができる。なお、第 3 の実施例では、狭ピッチ電極指部において、電極指ピッチが異なる 2 つの電極指部を配置したが、3 つ以上のピッチが異なる電極指部を配置してもよい。

【0089】さらに、図 21 に示した中心間距離 X1~X10 を調整することにより前述した 3 つの共振モードの配置を調整し得るので、第 3 の実施例では第 1 の実施例に比べて、さらに 3 つの共振モードの配置の調整の自由度を高め得ることがわかる。

【0090】図 24 は、第 4 の実施例に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを説明するための模式的平面図である。第 4 の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ 41 では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 43、44 が第 1 の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3、4 と同様に 2 段従属接続されている。縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 43 では、IDT 45、46 が隣接している部分において、IDT 45 の IDT 46 側の端部から一部分の電極指部がチャープ型電極指部 M1 とされている。より具体的には、IDT 45 の IDT 46 側端部の電極指から該電極指を含む 4 本の

電極指のピッチが該端部から遠ざかるにつれて大きくなるように線形に変化されている。すなわち、第 1 の実施例の狭ピッチ電極指部に代えて、上記チャープ型電極指部 M1 が構成されている。同様に、IDT 46、47 においても、IDT 同士が隣り合う部分において、狭ピッチ電極指部に代えて、チャープ型電極指部 M2~M4 が構成されている。

【0091】弾性表面波の伝搬路の連続性を高めるために、上記のように、チャープ型電極指部 M1 では、IDT 45 の中央から IDT 46 側端部に向かうにつれて、電極指ピッチが小さくなるようにされている。なお、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 44 についても、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 43 と同様に構成されている。

【0092】本実施例のように、狭ピッチ電極指部に代えて、チャープ型電極指部を構成することによっても、第 1 の実施例と同様の効果が得られる。すなわち、チャープ型電極指部の最大ピッチと最小ピッチの値や差を調整することにより、第 1 の実施例と同様に前述した 3 つの共振モードの配置を調整することができる。

【0093】図 25 及び図 26 は、本発明に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いた通信機を説明するための各概略ブロック図である。図 25 において、アンテナ 61 に、ディプレクサ 62 が接続されている。ディプレクサ 62 と受信側ミキサ 63 との間に、本発明に従って構成された縦結合共振子型弾性表面波フィルタ 64 及び増幅器 65 が接続されている。また、ディプレクサ 62 と送信側のミキサ 66 との間には、増幅器 67 及び本発明に従って構成された縦結合共振子型弾性表面波フィルタ 68 が接続されている。このような、増幅器 65 が平衡信号に対応されている場合、本発明に従って構成された縦結合共振子型弾性表面波フィルタを上記弾性表面波フィルタ 64 として好適に用いることができる。

【0094】また、図 26 に示すように、受信側において用いられている増幅器 65 A が不平衡信号対応の場合にも、本発明に従って構成された縦結合共振子型弾性表面波フィルタを弾性表面波フィルタ 64 として好適に用いることができる。

【0095】このような通信機において、本発明に従って構成された縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いることにより、広帯域化、通過帯域内における挿入損失の平坦性の向上及び VSWR の改善などを図ることができる。

【0096】

【発明の効果】本発明に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタでは、少なくとも 1 つの IDT において、隣り合う IDT 側の端部から一部分の電極指のピッチが残り部分の電極指のピッチよりも狭くされている狭ピッチ電極指部を有する構成において、少なくとも一対の隣り合う電極指の中心間距離が、一方の電極指で定められる

波長を λA 、他方の電極指のピッチで定められる波長を λB としたときに、上記中心間距離が $0.25\lambda A + 0.25\lambda B$ から異なっているので、この中心間距離を調整することにより前述した3つの共振モードの配置状態を調整することができ、それによって広帯域化、通過帯域内における挿入損失の平坦性の向上及びVSWRの改善などを図ることができる。

【0097】また、狭ピッチ電極指部の電極指ピッチで定められる波長を $\lambda I2$ 、狭ピッチ電極指部を有するIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部のピッチで定められる波長を $\lambda I1$ とした場合に、隣り合うIDT間の電極指間の中心間距離が、該中心の両側に狭ピッチ電極指部が配置されている場合には、 $0.5\lambda I2$ から異ならされており、いずれか一方のIDT側のみ狭ピッチ電極指部が設けられている場合には、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならせることにより、同様に、前述した3つの共振モードの配置を大幅に調整することができ、広帯域化、通過帯域内挿入損失の平坦性の向上及びVSWRの改善を図り得る。

【0098】また、狭ピッチ電極指部と、狭ピッチ電極指部以外の電極指部とが隣り合う部分における電極指中心間距離が、 $0.25\lambda I1 + 0.25\lambda I2$ から異ならされている場合には、やはり、前述した3つの共振モードの配置状態を調整することができ、それによって広帯域化、通過帯域内における挿入損失の平坦性の向上及びVSWRの改善を図り得る。

【0099】また、本発明において、隣り合う電極指中心間距離を上記のように異ならせる場合、その調整量は $0.25\lambda I$ 以下とすることが好ましく、それによって伝搬損失の劣化を抑制することができる。

【0100】また、本発明において、隣り合うIDTの隣り合う一対の電極指のうち、一方の電極指による電極被覆率が高められており、それによって隣り合う電極指間の間隔が狭くされている場合には、IDT間における表面波の伝搬路の連続性を高めることができ、通過帯域内における挿入損失の悪化を抑制することができる。

【0101】同様に、隣り合うIDT間の隣り合う電極指間の領域がメタライズされている場合においても、表面波の伝搬路の連続性が高められ、挿入損失の悪化を抑制することができる。

【0102】本発明において、狭ピッチ電極指部内において、さらに電極指ピッチが異なる部分が設けられている場合には、狭ピッチ電極指部内において、電極指ピッチが異なる部分が隣り合う部分において電極指中心間距離を調整することにより、前述した3つの共振モードの配置状態を調整でき、広帯域化、通過帯域内における挿入損失の平坦性の改善及びVSWRの改善を図り得る。

【0103】特に、狭ピッチ電極指部において、電極指ピッチが異なる部分が設けられている場合、電極指ピッチが異なる電極指部において隣り合う一対の電極指間の

中心間距離が、それぞれの電極指を含む複数本の電極指のピッチで定められる波長 λA 、 λB とした場合に、少なくとも一対の電極指中心間距離が $0.25\lambda A + 0.25\lambda B$ から異ならされている場合には、3つの共振モードの配置状態を大幅に調整することができ、広帯域化、通過帯域内における挿入損失の平坦性の改善及びVSWRの改善などを図り得る。

【0104】狭ピッチ電極指がチャープ型の電極指部で構成されている場合には、チャープ型電極指部における最大ピッチと最小ピッチの値や差を調整することにより、前述した3つの共振モードの配置状態を大幅に調整することができる。

【0105】特に、チャープ型電極指部において、IDTの表面波伝搬方向中心から外側に向かうにつれて、電極指ピッチが線形に小さくなるように構成されている場合には、表面波の伝搬路の連続性が高められ、挿入損失の悪化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の縦結合共振子型弾性表面波を説明するための模式的平面図。

【図2】第1の実施例及び参考例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの周波数特性を示す図。

【図3】第1の実施例及び参考例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタのVSWRを示す図。

【図4】第1の実施例の原理を説明するための模式的平面図。

【図5】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離 $X1$ 、 $X4$ を変化させた場合の3つの共振モードの周波数位置関係の変化を示す図。

【図6】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離 $X1$ 、 $X4$ を変化させた場合の3つの共振モードの振幅レベルの変化を説明するための図。

【図7】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離 $X5$ 、 $X6$ を変化させた場合の3つの共振モードの周波数位置関係の変化を示す図。

【図8】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離 $X5$ 、 $X6$ を変化させた場合の3つの共振モードの振幅レベルの変化を説明するための図。

【図9】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離 $X2$ 、 $X3$ を変化させた場合の3つの共振モードの周波数位置関係の変化を示す図。

【図10】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離 $X2$ 、 $X3$ を変化させた場合の3つの共振モードの振幅レベルの変化を説明するための図。

【図11】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離 $X1$ 、 $X4$ を基本設計から変化した場合の周波数特性の変化を示す図。

【図12】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離X5、X6を基本設計から変化させた場合の周波数特性の変化を示す図。

【図13】図4に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、中心間距離X2、X3を基本設計から変化させた場合の周波数特性の変化を示す図。

【図14】第1の実施例の変形例の周波数特性を示す図。

【図15】第1の実施例の変形例のVSWRを示す図。

【図16】IDT-IDT間の間隔を変化させた場合の表面波の伝搬損失を示す図。

【図17】(a)及び(b)は、第1の実施例の変形例を示す各模式的平面図。

【図18】第1の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの他の変形例を示す模式的平面図。

【図19】第2の実施例に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図20】第2の実施例の変形例に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを説明するための模式的平面図。

【図21】第3の実施例に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタを説明するための模式的平面図。

【図22】第3の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの周波数特性を示す図。

【図23】第3の実施例及び参考例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタのVSWRを示す図。

【図24】本発明の第4の実施例に係る縦結合共振子型弾性表面波フィルタの模式的平面図。

【図25】本発明の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いて構成される通信機の一例を示す概略ブロック図。

【図26】本発明の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いて構成される通信機の他の例を示す概略ブロック図。

【図27】縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおける3つの共振モードの周波数関係を示す図。

【図28】図27に示した3つの共振モードの有効電流分布を示す図。

【図29】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおけるIDT-IDT間隔と共振モードの周波数位置関係を示す図。

【図30】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおけるIDT-IDT間隔と3つの共振モードの振幅レベルとの関係を示す図。

【図31】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの一例を示す模式的平面図。

【図32】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの他の例を示す模式的平面図。

【図33】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいてIDT-IDT間隔を変更した場合の周波数特性の変化を説明するための図。

【図34】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいてIDT-IDT間隔を変更した場合のVSWRの変化を説明するための図。

【図35】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいてIDT-IDT間隔を変更した場合の周波数特性の変化を示す図。

【図36】従来の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいてIDT-IDT間隔を変更した場合のVSWRの変化を示す図。

【符号の説明】

1…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ

2…圧電基板

3, 4…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部

3A, 3B, 4A…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部

5~7…IDT

5a, 6a, 6b, 7a…狭ピッチ電極指

8, 9…反射器

10~12…IDT

11A…IDT

13, 14…反射器

15…入力端子

16…出力端子

17…出力端子

18…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ

19…弾性表面波共振子

20, 21…出力端子

31…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ

33, 34…弾性表面波フィルタ部

35~37…IDT

41…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ

43, 44…弾性表面波フィルタ部

45~47…IDT

61…アンテナ

62…ディプレクサ

63, 66…ミキサ

64…弾性表面波フィルタ

65…増幅器

67…弾性表面波フィルタ

68…増幅器

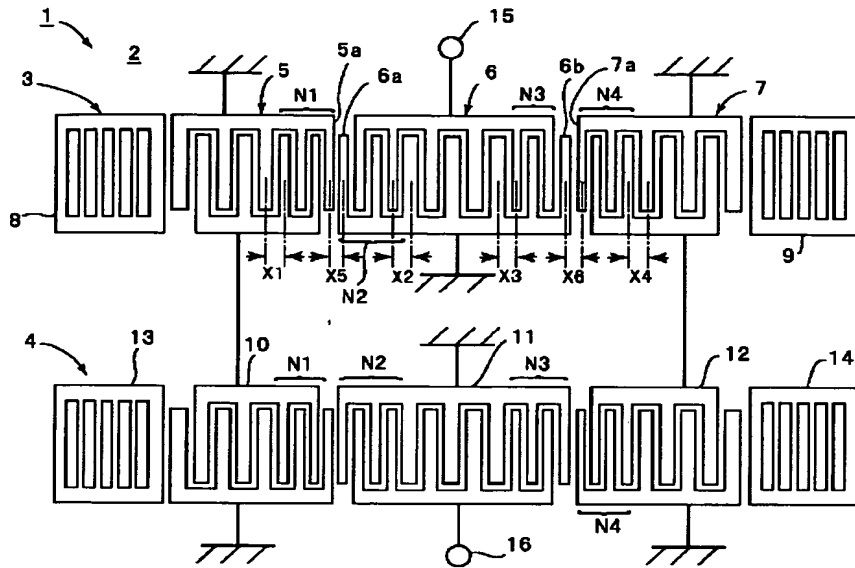
N1~N4…狭ピッチ電極指部

X1~X10…中心間距離

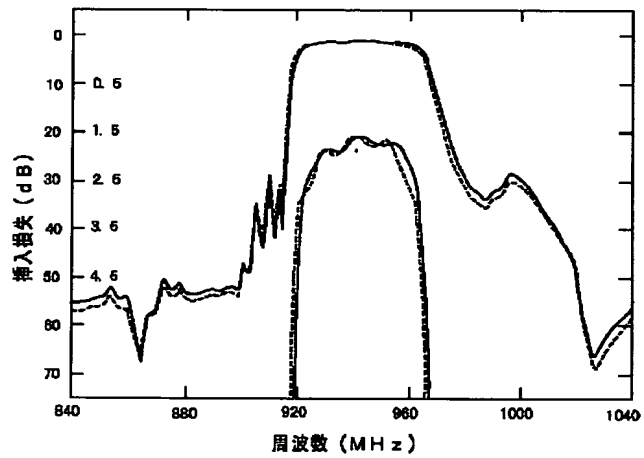
M1~M4…チャープ型電極指部

N1A, N1B~N4A, N4B…電極指部

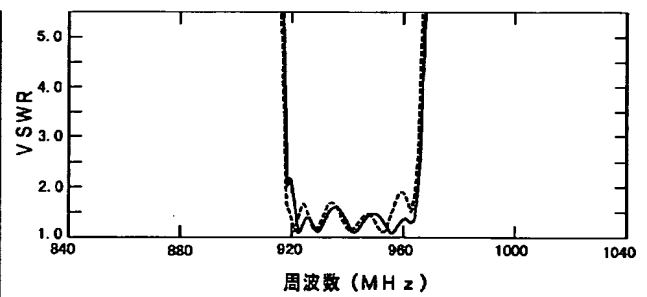
【図1】



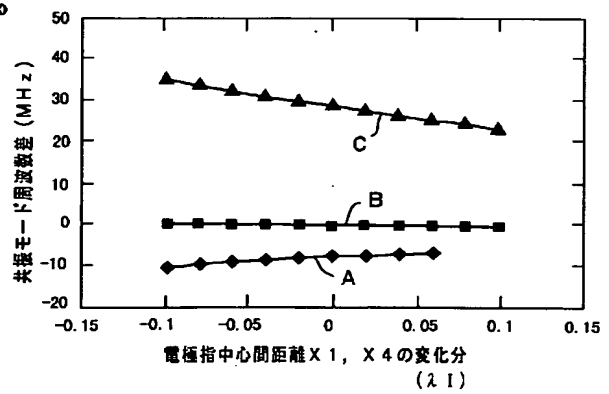
【図2】



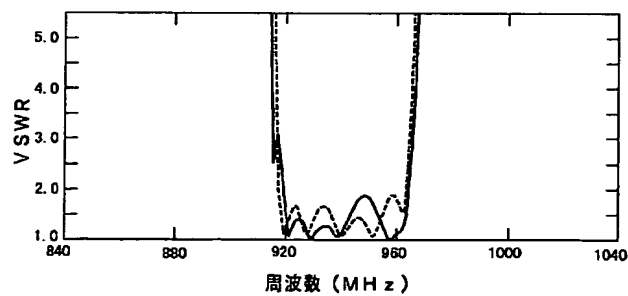
【図3】



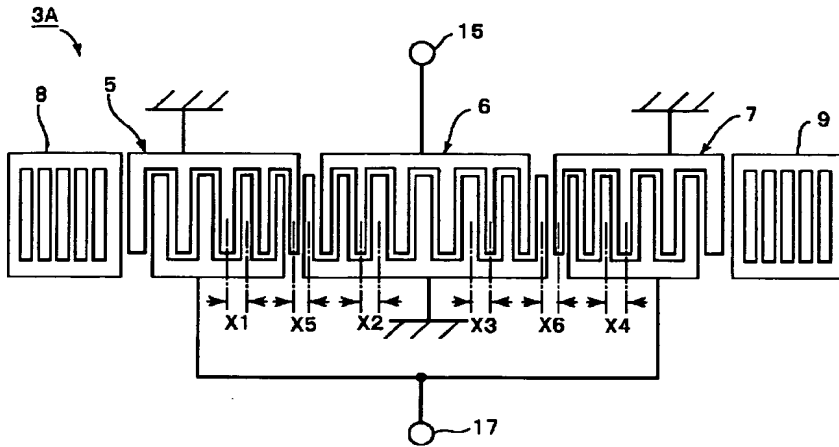
【図5】



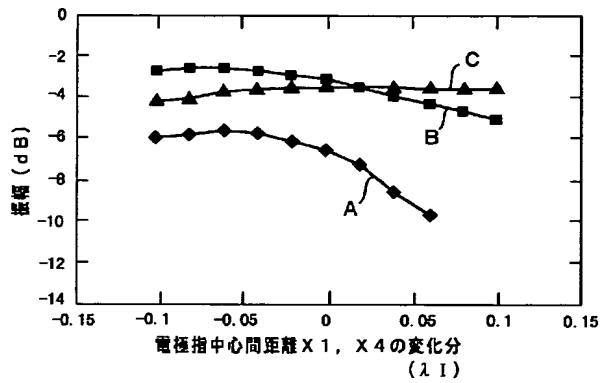
【図15】



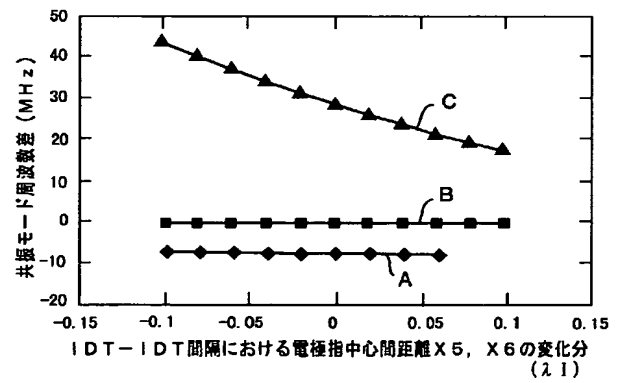
【図4】



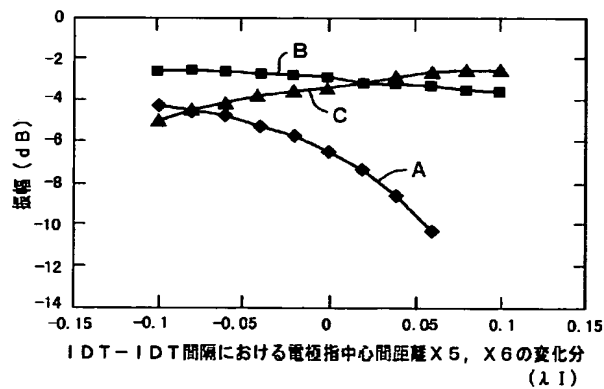
【図6】



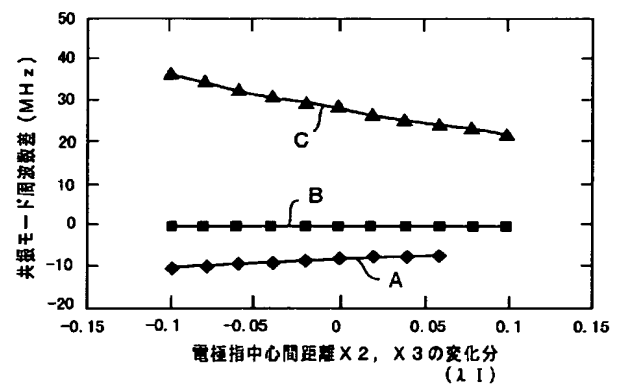
【図7】



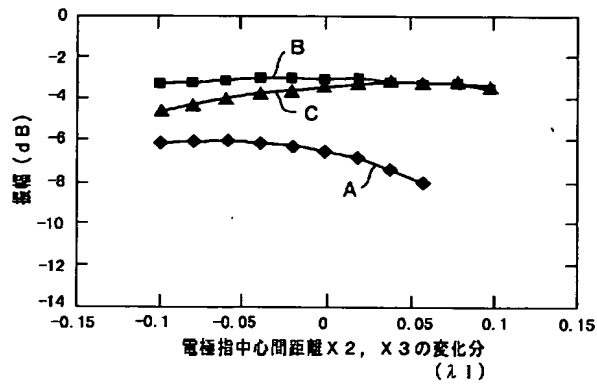
【図8】



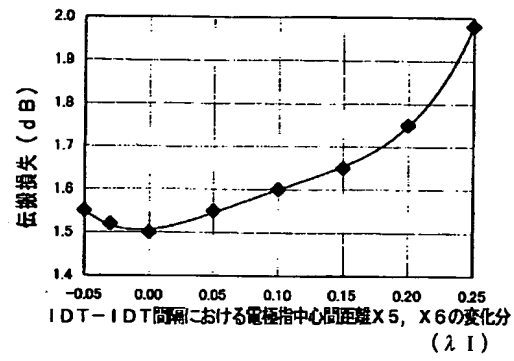
【図9】



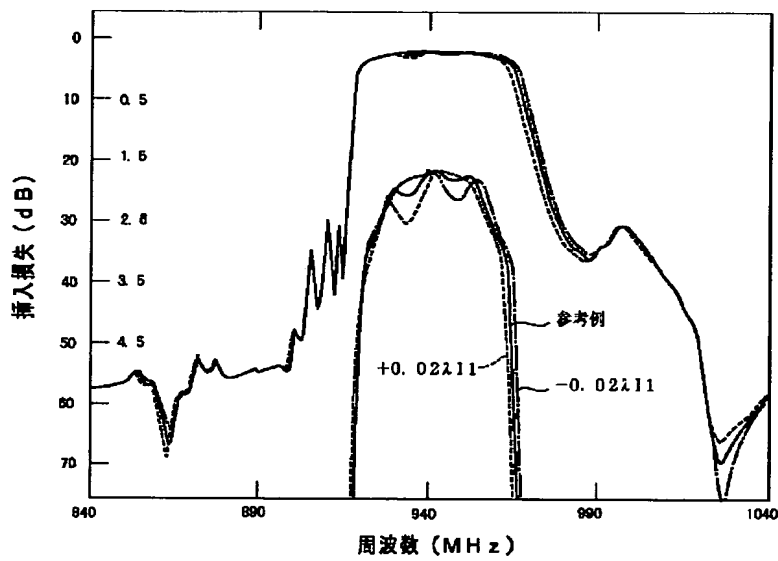
【図10】



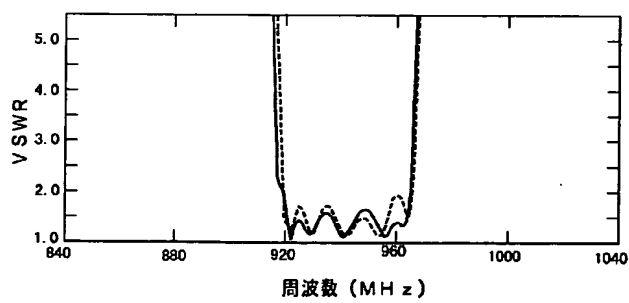
【図16】



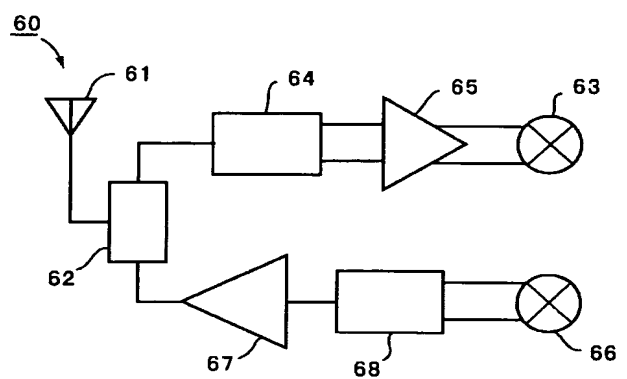
【図11】



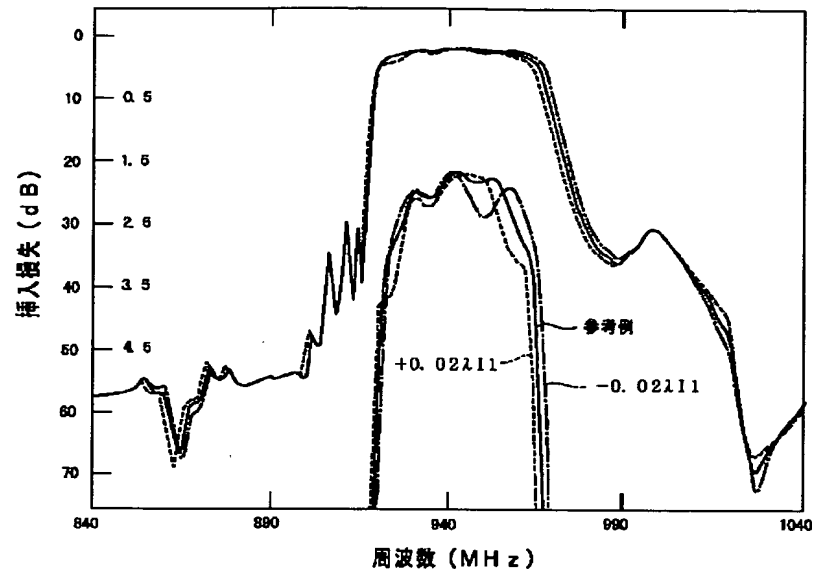
【図23】



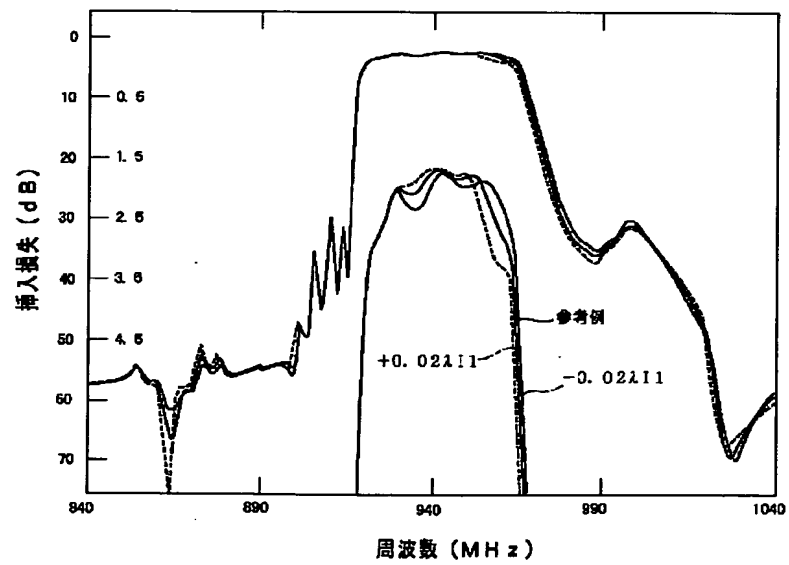
【図25】



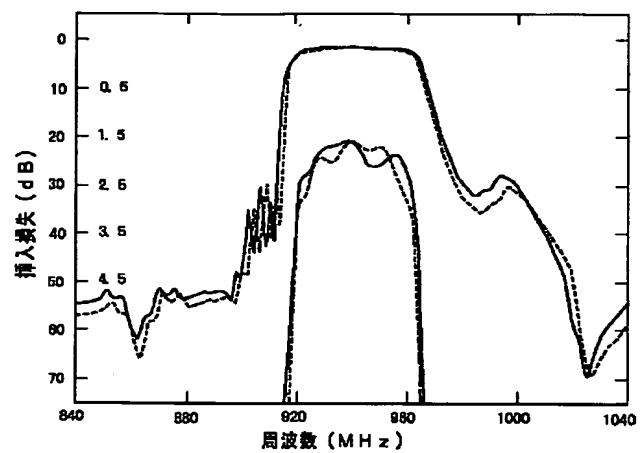
【図12】



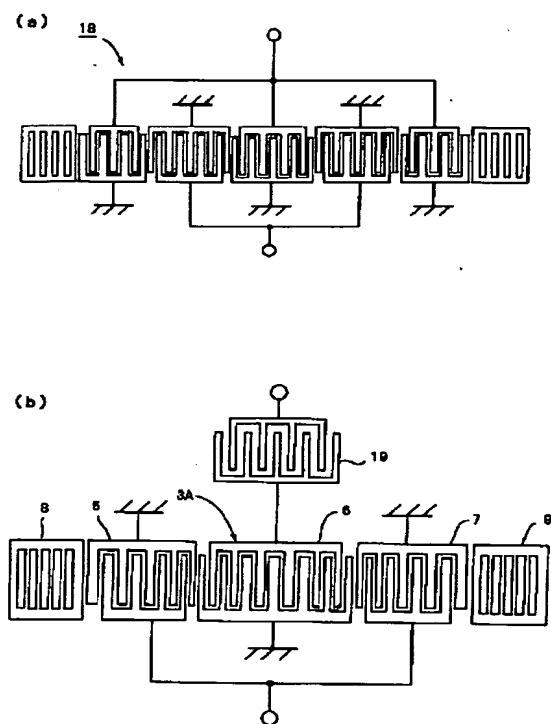
【図13】



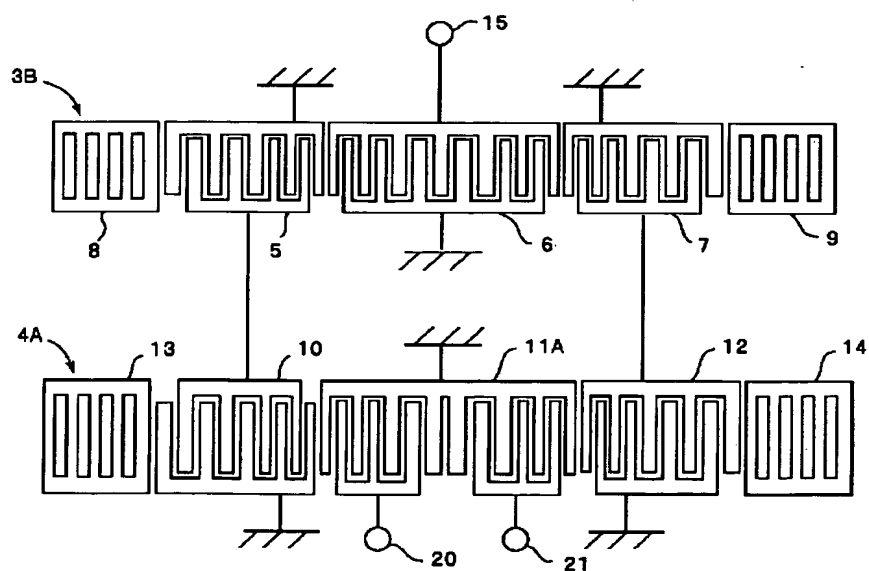
【図 14】



【図 17】

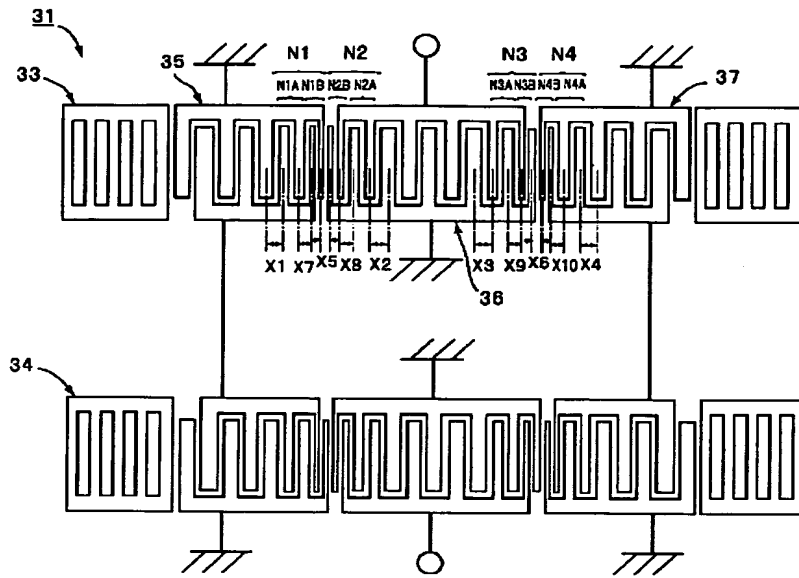


【図 18】

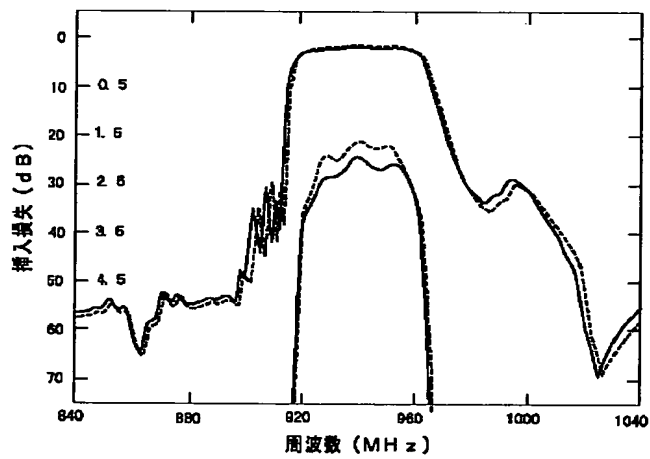


The diagram illustrates a two-stage transmission system. The top stage features five gears labeled 8, 5, 6, 7, and 9. Gears 8 and 5 are fixed together, as are gears 6 and 7. Gear 5 is connected to gear 6 via a belt drive. Gear 9 is connected to gear 12 in the bottom stage. The bottom stage features five gears labeled 13, 10, 11, 12, and 14. Gears 13 and 10 are fixed together, as are gears 11 and 12. Gear 10 is connected to gear 11 via a belt drive. Gear 14 is connected to gear 13. The entire system is supported by a frame with ground connections.

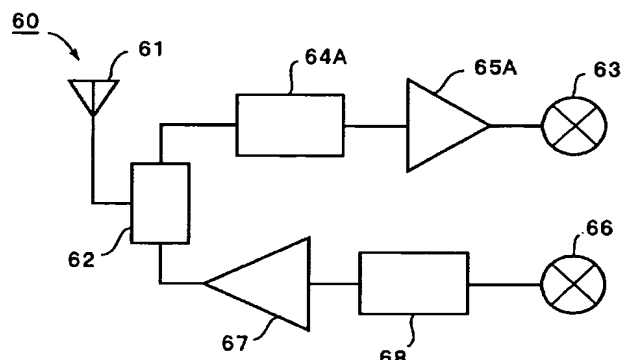
【図21】



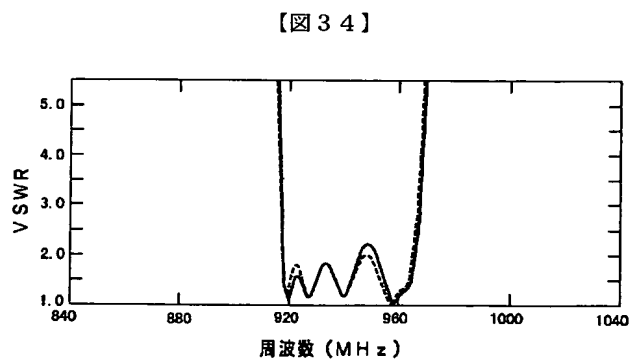
【図22】



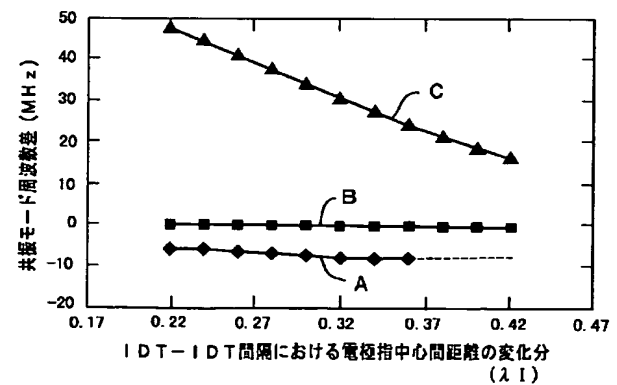
【図26】



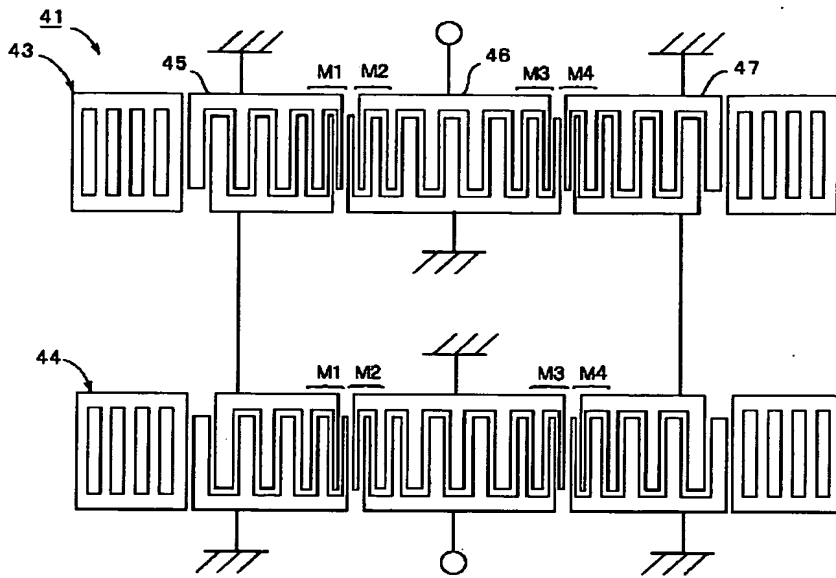
【図29】



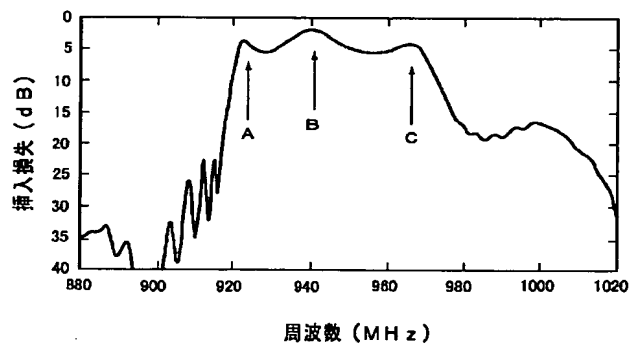
【図34】



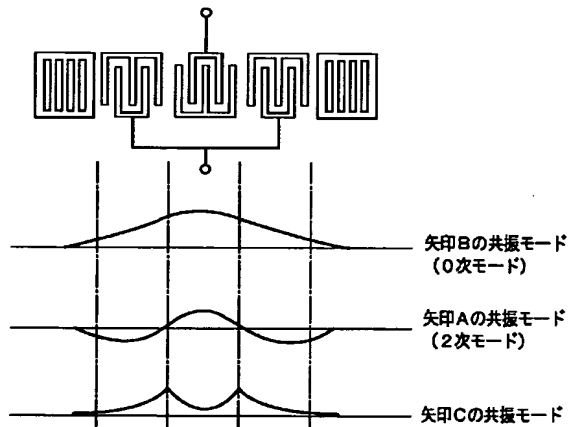
【図24】



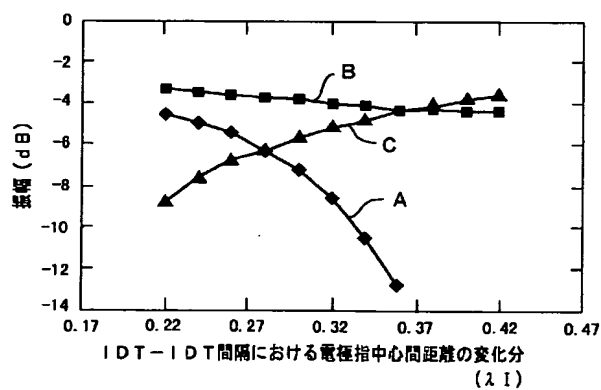
【図27】



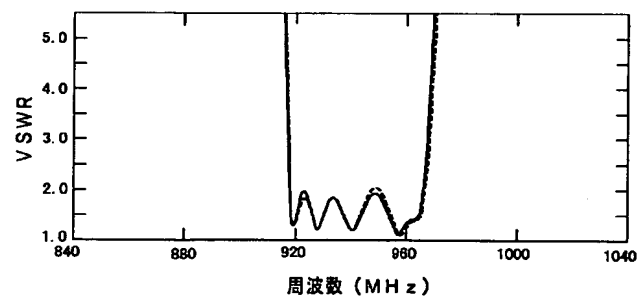
【図28】



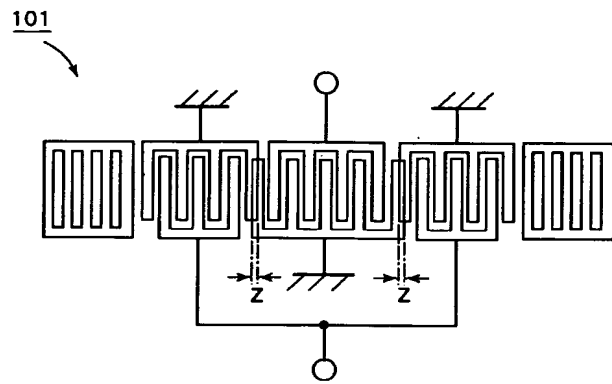
【図30】



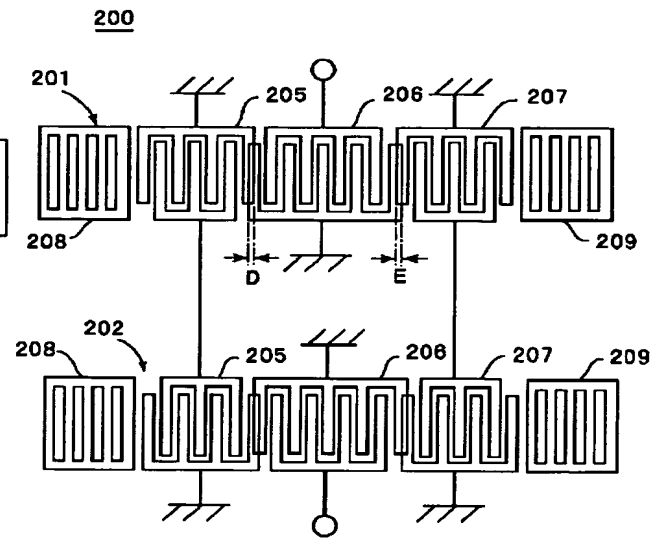
【図36】



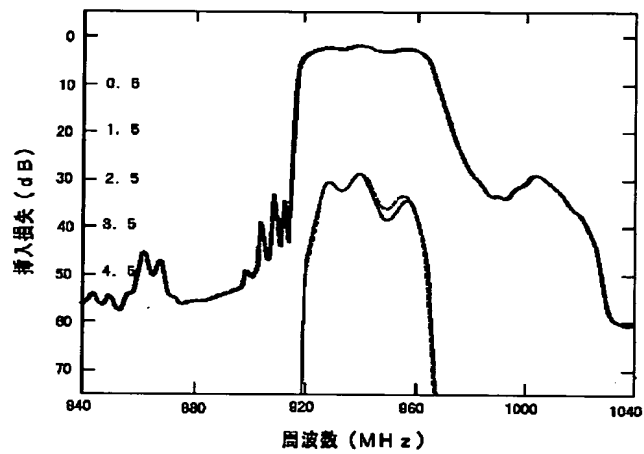
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



【図35】

